

Школа – Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности
 Направление подготовки – 11.03.04 Электроника и наноэлектроника
 Отделение школы (НОЦ) – Отделение электронной инженерии

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Разработка шлема виртуальной реальности
УДК 004.946:004.358:378.147

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1А6Б	Рубейкина Анастасия Михайловна		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ, ИШНКБ	Баранов Павел Фёдорович	к.т.н.		

Консультант

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ, ИШНКБ	Иванова Вероника Сергеевна	к.т.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и
ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ОСГН	Спицына Любовь Юрьевна	к.э.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ООД	Гуляев Милий Всеволодович	-		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ, ИШНКБ	Баранов Павел Фёдорович	к.т.н.		

Планируемые результаты обучения по направлению 11.03.04

«Электроника и нанoeлектроника»

Код	Результат обучения
Профессиональные компетенции	
P1	Применять базовые и специальные естественнонаучные, математические, социально-экономические и профессиональные знания в комплексной инженерной деятельности при разработке, исследовании, эксплуатации, обслуживании и ремонте современной высокоэффективной электронной техники
P2	Ставить и решать задачи комплексного инженерного анализа и синтеза с использованием базовых и специальных знаний, современных аналитических методов и моделей
P3	Выбирать и использовать на основе базовых и специальных знаний необходимое оборудование, инструменты и технологии для ведения комплексной практической инженерной деятельности с учетом экономических, экологических, социальных и иных ограничений
P4	Выполнять комплексные инженерные проекты по разработке высокоэффективной электронной техники различного назначения с применением базовых и специальных знаний, современных методов проектирования для достижения оптимальных результатов, соответствующих техническому заданию с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений
P5	Проводить комплексные инженерные исследования, включая поиск необходимой информации, эксперимент, анализ и интерпретацию данных с применением базовых и специальных знаний и современных методов для достижения требуемых результатов
P6	Внедрять, эксплуатировать и обслуживать современное высокотехнологичное оборудование в предметной сфере электронного приборостроения, обеспечивать его высокую эффективность, соблюдать правила охраны здоровья и безопасности труда, выполнять требования по защите окружающей среды
P7	Использовать базовые и специальные знания в области проектного менеджмента для ведения комплексной инженерной деятельности с учетом юридических аспектов защиты интеллектуальной собственности
P8	Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе, в том числе на иностранном языке, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты комплексной инженерной деятельности
P9	Эффективно работать индивидуально и в качестве члена команды, проявлять навыки руководства группой исполнителей, состоящей из специалистов различных направлений и квалификаций, с делением ответственности и полномочий при решении комплексных инженерных задач
P10	Демонстрировать личную ответственность, приверженность и готовность следовать профессиональной этике и нормам ведения комплексной инженерной деятельности
P11	Демонстрировать знание правовых социальных, экологических и

	культурных аспектов комплексной инженерной деятельности, компетентность в вопросах охраны здоровья и безопасности жизнедеятельности
P12	Проявлять способность к самообучению и непрерывно повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности
Универсальные компетенции	
P16	Осуществлять профессиональную деятельность в области разработки, проектирования и эксплуатации преобразователей электрической энергии высокоэффективной электронной техники.
P17	Разрабатывать, проектировать, использовать в профессиональной деятельности устройства, приборы и системы аналоговой и цифровой электронной техники различного назначения.
P18	Проектировать, проводить технологическое сопровождение создания и осуществлять эксплуатацию электронных средств и электронных систем для обеспечения долговечного бесперебойного функционирования бортовых комплексов управления (БКУ).

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа – Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности
Направление подготовки – 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника
Отделение школы (НОЦ) – Отделение электронной инженерии

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель ООП

(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
1А6Б	Рубейкина Анастасия Михайловна

Тема работы:

Разработка шлема виртуальной реальности	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	№43-64/с от 12.02.2020

Срок сдачи студентом выполненной работы:	08.06.2020
--	------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Объектом исследования является шлем виртуальной реальности.

Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	1. Обзор существующих шлемов ВР 2. Подборка комплектующих 3. Разработка корпуса 4. Сборка шлема
Перечень графического материала	Схема подключения компонентов ФЮРА.202269.001 СБ Схема индикатора разряда батареи ФЮРА.407762.001 ЭЗ Плата индикатора разряда батареи ФЮРА.407762.001
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Спицына Любовь Юрьевна
Социальная ответственность	Гуляев Милий Всеволодович
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	
-	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	13.02.2020г.
---	--------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ, ИШНКБ	Баранов Павел Фёдорович	к.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1А6Б	Рубейкина Анастасия Михайловна		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСООБЪЕДИНЕНИЕ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа	ФИО
1А6Б	Рубейкиной Анастасии Михайловне

Школа	Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности	Отделение школы (НОЦ)	ОЭИ
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	11.03.04 Электроника и нанoeлектроника

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:	
1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	Бюджет не более 110000 руб.
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	Значение показателя интегральной ресурсоэффективности - не менее 4 баллов.
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	Система налогообложения – ОСНО. Процент отчислений с зарплат во внебюджетные фонды принять 27,1%.
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. <i>Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	Проведение предпроектного анализа. Выполнение SWOT-анализа проекта
2. <i>Планирование и формирование бюджета научных исследований</i>	Составление календарного плана проекта. Определение бюджета НИ
3. <i>Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i>	Проведение оценки экономической эффективности
Перечень графического материала:	
1. <i>Оценка конкурентоспособности технических решений</i> 2. <i>Матрица SWOT</i> 3. <i>График проведения и бюджет НИ</i> 4. <i>Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ</i>	

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	13.02.2020
---	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП ТПУ	Спицына Любовь Юрьевна	к.э.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1А6Б	Рубейкина Анастасия Михайловна		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
1А6Б	Рубейкина Анастасия Михайловна

Школа	Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности	Отделение школы (НОЦ)	ОЭИ
Уровень образования	Бакалавриат	Направление	11.03.04 Электроника и наноэлектроника

Тема ВКР:

Разработка шлема виртуальной реальности	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Характеристика объекта исследования.	Объектом исследования является разработка шлема виртуальной реальности (4 корпус, 107а аудитория).
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.	Рассмотреть специальные правовые нормы трудового законодательства; организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.
2. Производственная безопасность	Анализ потенциально возможных вредных и опасных факторов проектируемой производственной среды. Разработка мероприятий по снижению воздействия вредных и опасных факторов <ul style="list-style-type: none"> – повышенный уровень шума на рабочем месте; – недостаточная освещенность рабочей зоны; – повышенный уровень напряженности электростатических и электромагнитных полей (ЭМП); – неудовлетворительный микроклимат – электроопасность.
3. Экологическая безопасность	<ul style="list-style-type: none"> – анализ воздействия объекта на литосферу (отходы, утилизация компьютерной техники и периферийных устройств); – решение по обеспечению экологической безопасности.
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	<ul style="list-style-type: none"> – Анализ возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения;

	<ul style="list-style-type: none"> – выбор наиболее типичной ЧС; – разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий; – Пожаро- и взрывоопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения).
--	---

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	13.02.2020
---	-------------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ООД	Гуляев Милий Всеволодович			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1А6Б	Рубейкина Анастасия Михайловна		

Реферат

Выпускная квалификационная работа 91 с., 17 рис., 29 табл., 24 источника, 5 прил.

Ключевые слова: виртуальная реальность, шлем, Arduino, оптическая система, 3D пространство.

Объектом исследования является шлем виртуальной реальности.

Цель работы - разработка шлема виртуальной реальности.

В результате проведенного исследования выявлены основные составляющие шлема, на основании чего были подобраны основные комплектующие.

Область применения: шлемы виртуальной реальности применяются в самых разных сферах жизни, разработанный шлем предназначен для обучения.

В будущем планируется расширение возможностей шлема: добавить возможность подключения наушников, доработка корпуса для регулирования расстояния между центрами глаз.

Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки

В настоящей работе использованы ссылки на следующие стандарты:

«Трудовой кодекс Российской Федерации» от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред.от 16.12.2019).

ГОСТ 12.2.032-78. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования.

ГОСТ 12.0.003-2015. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация, 2015.

ГОСТ 30494-2011. Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях, 2011.

ГОСТ Р 22.0.02-2016. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Термины и определения основных понятий, 2016.

СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы, 2003.

СанПиН 2.2.4.1191-03. Электромагнитные поля в производственных условиях, 2003.

СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений, 1996.

СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий, 2003.

СанПиН 2.2.2.542-96. Гигиенические требования к видеодисплейным терминалам, персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы, 1996.

СП 5.13130.2009. Системы противопожарной защиты. Установки пожарной сигнализации и пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования, 2009.

СП 52.13330.2011. Естественное и искусственное освещение, 2011.

СП 952-72. Санитарные правила организации процессов пайки мелких изделий сплавами, содержащими свинец.

СН 2.2.4/2.1.8.562–96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки, 1996.

НПБ 104-03. Проектирование систем оповещения людей о пожаре в зданиях и сооружениях, 2013.

Специальная оценка условий труда в Томском политехническом университете, 2019.

В данной работе применены следующие термины с соответствующими определениями:

Виртуальная реальность — это мир, не существующий на самом деле, созданный с помощью технических средств искусственно.

Шлем виртуальной реальности — устройство, позволяющее полностью погрузиться в мир виртуальной реальности, создающее зрительный и акустический эффект присутствия в несуществующем мире.

В данной работе применены следующие обозначения и сокращения:

ВР – виртуальная реальность

Оглавление

Введение	15
1 Обзор литературы	16
1.1 Существующие аналоги	16
1.1.1 Нуре SVR-FHD	16
1.1.2 HTC Vive Steam VR 99HALN007-00	17
1.1.3 Sony PlayStation VR CUH-ZVR1 для PS4	18
1.2 Области применения шлемов виртуальной реальности	19
2 Разработка основной части шлема	23
2.1 Arduino Nano	25
2.2 Дисплей Nextion NX8048T070 - Generic 7.0 "HMI TFT LCD	27
2.3 Модуль 3-х осевого гироскопа и акселерометра GY-521	28
2.4 Линзы	29
2.5 Расчёт мощности и подбор аккумулятора	29
3 Разработка индикатора разряда аккумулятора	31
4 Разработка корпуса	35
5 Разработка программного обеспечения	37
5.1 Код для Arduino nano	37
5.2 Разработка 3D среды	40
6 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	41
6.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	41
6.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования	41

6.1.2 Анализ конкурентных технических решений	42
6.1.3 Технология QuaD	44
6.1.4 SWOT- анализ	45
6.2 Планирование научно-исследовательских работ	47
6.2.1 Структура работ в рамках научного исследования	47
6.2.2 Определение трудоемкости работ	49
6.2.3 Разработка графика проведения научного исследования	50
6.3 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)	52
6.3.1 Расчет материальных затрат исследования	53
6.3.2 Расчет затрат на специальное оборудование для научных работ	54
6.3.3 Основная заработная плата исполнителей темы	55
6.3.4 Дополнительная заработная плата исполнителей темы	57
6.3.5 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)	57
6.3.6 Накладные расходы	58
6.3.7 Формирование бюджета затрат	58
6.4 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	59
7 Социальная ответственность	63
7.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	64
7.1.1 Специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства	64
7.1.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны	64

7.2 Производственная безопасность	65
7.2.1 Анализ потенциально возможных и опасных факторов, которые могут возникнуть на рабочем месте при проведении исследований	66
7.2.2 Разработка мероприятий по снижению воздействия вредных и опасных факторов	67
7.3 Экологическая безопасность	74
7.3.1 Анализ влияния объекта исследования на окружающую среду	74
7.3.2 Анализ влияния процесса исследования на окружающую среду	75
7.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	76
7.4.1 Анализ вероятных ЧС, которые может инициировать объект исследований и обоснование мероприятий по предотвращению ЧС	76
7.4.2 Анализ вероятных ЧС, которые могут возникнуть при проведении исследований и обоснование мероприятий по предотвращению ЧС	77
Заключение	81
Список использованных источников	82
Приложение А ФЮРА.202269.001 СБ Схема подключения компонентов	86
Приложение Б ФЮРА.202269.001 СП Схема подключения компонентов	87
Приложение В ФЮРА.407762.001 ЭЗ Схема индикатора разряда батареи	88
Приложение Г ФЮРА.407762.001 Плата индикатора разряда батареи	89
Приложение Д ФЮРА.407762.001 СП Схема индикатора разряда батареи	90

Введение

В настоящее время виртуальная реальность существует почти во всех сферах нашей жизни. Она применяется для развлечений, обучения, тренировок и даже лечения.

Чтобы погрузиться в виртуальную реальность используют шлем виртуальной реальности. Шлем виртуальной реальности – это устройство, которое погружает человека в виртуальный мир, с помощью зрительных и звуковых эффектов. Последние десять лет данный девайс набирает популярность и широко внедряется везде.

Очень удобно и полезно использовать шлем для обучения, иногда имея много знаний, можно не понять, как их применить, а благодаря шлему можно визуально понять, как и что работает, тем самым получив опыт, который невозможно получить в реальности.

Целью работы является разработка шлема виртуальной реальности.

Для достижения поставленной цели были сформулированы следующие задачи:

1. Обзор существующих аналогов и составление структурной схемы;
2. Выбор компонентов;
3. Разработка индикатора разряда аккумулятора;
4. Разработка корпуса шлема;
5. Разработка программного обеспечения

1 Обзор литературы

В настоящее время существует три вида приборов способных погрузить человека в виртуальную реальность полностью или частично:

- 1) Очки виртуальной реальности, представляю собой корпус с оптической системой, в который вставляют смартфон;
- 2) Шлем виртуальной реальности, представляет собой самостоятельное устройство, которое не требует дополнений;
- 3) Шлем дополненной реальности, представляет собой самостоятельное устройство, которое дополняет окружающую реальность.

1.1 Существующие аналоги

В мире довольно много различных вариантов шлемов виртуальной реальности с разной комплектацией и соответственно разной стоимостью. Ниже рассмотрены три разных варианта шлема виртуальной реальности.

1.1.1 Hype SVR-FHD

Шлем виртуальной реальности ACV Hype SVR-FHD – это полностью самостоятельное устройство, которое не требует дополнительной установки смартфона. Корпус устройства выполнен в матовом пластике высокого качества, не собирающего на себе отпечатков пальцев, царапин и сколов. Внутри шлема установлена 5.5-дюймовая матрица LCD с разрешением Full HD 1080P разрешением. Устройство работает на собственной операционной системе Nibiru созданной на основе Android 5.



Рисунок 1 – ACV Hype SVR-FHD

Шлем работает на восьмиядерном процессоре Allwinner H8 с ядрами Cortex-A7. Внутри имеется модуль Bluetooth 4.0, для загрузки изображений по Wi-Fi. Также внутри встроена батарея ёмкостью 4000 мАч, что даёт 5 часов непрерывной работы.

В комплекте идут также наушники, джойстик для возможности полного погружения в виртуальную реальность. Данная модель является довольно бюджетной среди подобных аналогов [1].

1.1.2 HTC Vive Steam VR 99HALN007-00

Самый функционально оснащенный шлем из существующих аналогов. Данное устройство имеет наилучшее разрешение экрана 2160 на 1200 пикселей с частотой обновления кадров в 90 Гц. Идущие в комплекте контроллеры обладают целым рядом инженерных оснасток, таких как: 24 сенсора для точного отслеживания нахождения в пространстве, плавные триггеры для геймплея и проектировки. Также гаджет обладает встроенным микрофоном и наушниками для полного погружения в мир расширенной реальности.



Рисунок 2 – HTC Vive Steam VR 99HALN007-00

Шлем имеет дисплей Dual AMOLED каждый с диагональю 3.6" и разрешением 1080 x 1200 на каждый глаз. Имеется система безопасности Chaperone по границам игровой зоны и фронтальная камера. Установлен ряд датчиков, таких как SteamVR Tracking, акселерометр, гироскоп, датчик приближения. Внутри также имеется Bluetooth модуль, есть возможность подключения наушников, встроен микрофон, также возможно настроить межзрачковое расстояние и расстояние от глаз до линз. В комплекте идут 2 беспроводных контроллера, чтобы взаимодействовать с виртуальной реальностью, 2 станции (колонки) и наушники. Работа в режиме без подзарядки до 6 часов [2].

1.1.3 Sony PlayStation VR CUH-ZVR1 для PS4

Данное устройство представляет из себя полноценную игровую систему, которая подключается непосредственно к игровой приставке. Шлем имеет встроенный OLED дисплей с Full HD разрешением 1920 x 1080 пикселей.



Рисунок 3 – Sony PlayStation VR CUH-ZVR1

Дисплей составляет 5,7 дюймов и имеет разрешение 1920 x RGB x 1080, также имеется встроенный микрофон, датчик акселерометра и гироскопа. В комплекте с шлемом идёт: камера Playstation, процессорный модуль, кабель подключения к шлему виртуальной реальности, кабель HDMI, кабель USB, стереонаушники, адаптер переменного тока, силовой кабель переменного тока [3].

1.2 Области применения шлемов виртуальной реальности

- **Авиация и государственные службы**

Дисплеи, монтируемые на шлем, могут использоваться пилотами военных вертолётов и самолётов. В частности, они могут использоваться для отображения пространства в условиях низкой освещённости. Во время полета летчику приходится выполнять множество функций: смотреть на показания приборов, производить переговоры с командным центром, наблюдать за обстановкой в воздухе, выполнять наведение на цель, выслеживать ее и вести огонь. Делать все эти действия одновременно — за

пределами человеческих возможностей. Пилот просто не успевает следить за всем, тем более беря во внимание скорости современных истребителей.

Инженеры придумали НСЦИ — нацеленную систему целеуказания и индикации. Пилоту больше не нужно наблюдать за приборами: все расположено перед глазами, куда бы он ни повернул голову. Данные с шести инфракрасных камер и других датчиков обрабатываются и накладываются на изображение в виде меток, линий и символов. Это может быть информация об объектах на земле, дружеских и неприятельских самолетах, их траектории полета и т.д. Готовое видео в реальном времени передается на шлем пилота. Куда бы он ни взглянул, он будет видеть четкое изображение окружающей обстановки в любую погоду и любое время суток. Когда пилот смотрит по сторонам он видит не кабину и части летательного аппарата, а то что находится за бортом в любом направлении. Поскольку камеры инфракрасные, отпадает необходимость в приборе ночного видения, который усложняет конструкцию и не дает полный обзор.

Военнослужащими, полицией и пожарными шлемы виртуальной реальности могут использоваться для изучения тактической информации. Дополненная реальность может использоваться и в качестве сетевой коммуникационной системы, которая сканирует поле боя и выдает информацию в режиме реального времени непосредственно на очки солдата, куда также поступают команды из главного командного центра, исключая необходимость связи через рацию и другие средства связи.

- Инженерные, научные и медицинские применения

Шлемы виртуальной реальности могут использоваться для стереоскопического отображения информации при работе с системами автоматизированного проектирования, при ремонте сложных систем. С помощью виртуальной реальности лечат ПТСР (посттравматическое стрессовое расстройство), по данной технологии работают центры психологической помощи ветеранам, получившим так называемый «Афганский синдром». Восстановлением пациентов после инсульта также

занимаются центры лечения с помощью виртуальной реальности: пациент ловит виртуальные предметы и в игровой форме улучшает координацию. Также применяют в медицине для просмотра томографических снимков, чтобы полностью увидеть картину со всех сторон.

- Видеоигры и развлечения

Виртуальная реальность полностью погружает пользователя в игровой мир. Сфера видеоигр для технологий виртуальной реальности в приоритете, этому способствует постоянное техническое и программное развитие разработки игровых проектов. Это самая массовая сфера потребитель на рынке из возможных. Благодаря этой сфере идёт развитие возможностей шлема виртуальной реальности, так как нужно создать не только погружение в виртуальный мир, но и создать с ним взаимодействие.

- Обучение

Шлем виртуальной реальности позволяет разместить человека в ситуации, которая слишком дорогая или слишком опасна для проведения её в реальной жизни. Обучение охватывает широкий спектр тренировок от вождения, прыжков с парашютом, сварки, полётов и тренировок солдат до подготовки медицинских процедур. Тем не менее ряд нежелательных симптомов был вызван длительным использованием определённых типов дисплеев на голове. На сегодняшний день существуют виртуальные анатомические атласы, что помогает студентам медицинских университетов [4], [5].

Благодаря использованию шлемов виртуальной реальности в этой сфере удаётся избежать не только опасности для человека, но также это экономит огромное количество денег. Данный способ обучения очень хорошо для людей, который обладают визуальной памятью.

С применением технологий виртуальной и дополненной реальности ученики средних и высших учебных заведений смогут взаимодействовать с предметами в виртуальном пространстве или участвовать в важных

исторических событиях, что поможет наглядно понять и вникнуть в какую-либо часть истории.

- Продажа недвижимости

Технологии виртуальной реальности привлекут покупателей в сферу продажи недвижимости. Нововведение серьезно изменит этот масштабный рынок.

В мире около 1,4 млн специалистов по продаже недвижимости. Функция виртуального просмотра помещений совмещает в себе деловой и развлекательный аспекты:

1. Риелторы будут привлекать потенциальных клиентов новыми технологиями.
2. Покупатели смогут самостоятельно изучать рынок недвижимости.

Это может оказать некую помощь в финансовом плане. Можно не тратить на поездки для просмотра квартир.

- Проектирование

Применение технологий виртуальной и дополненной реальности нацелено на улучшение уже имеющихся компьютерных технологий проектирования (автоматизация производственных процессов, система автоматизированного проектирования). Инженеры смогут проводить предварительное тестирование выпускаемой продукции в виртуальной реальности, благодаря чему снизится конечная стоимость детали [6].

2 Разработка основной части шлема

На основании анализа, приведенного в первой главе было выявлено, что во всех шлемах виртуальной реальности одинаковые основные комплектующие, благодаря которым создаётся виртуальная реальность: микроконтроллер, дисплей, датчики акселерометра и гироскопа, линзы и корпус шлема.

По основным комплектующим была составлена структурная схема шлема, представленная на рисунке 5.



Рисунок 4 – Комплектующие шлема VR

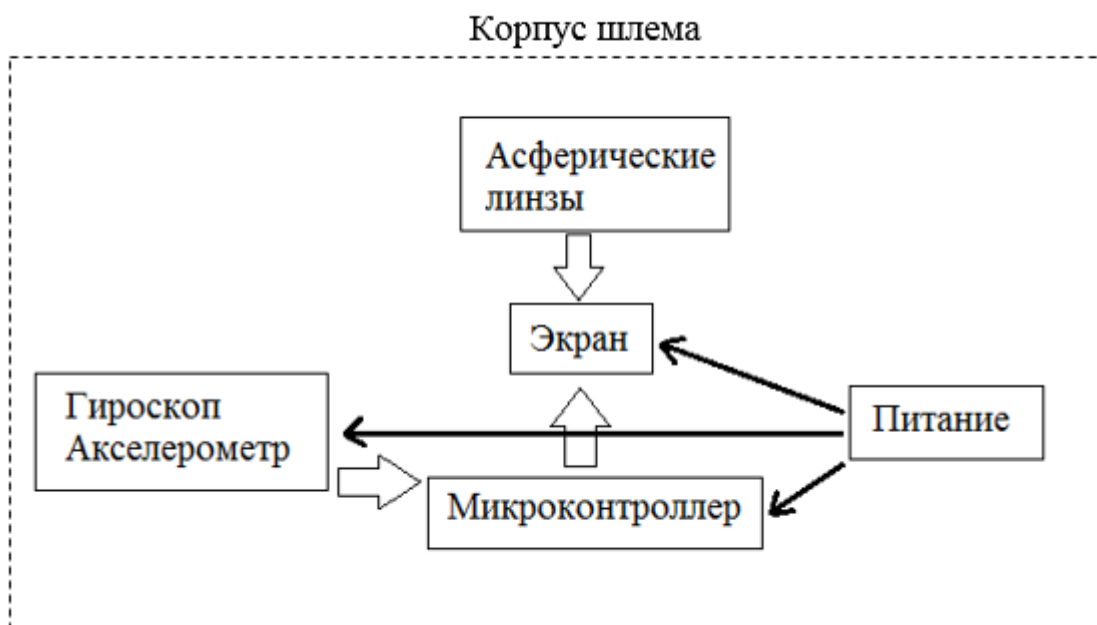


Рисунок 5 – Структурная схема VR шлема

Главной составляющей в шлеме является микроконтроллер. Он контролирует работу гироскопа и акселерометра, которые отвечают за отслеживание поворотов головы. Также через микроконтроллер на экран выводится изображение.

Между экраном и глазами человека находятся асферические линзы, с помощью которых создается 3D эффект.

Питание подается на микроконтроллер, систему из гироскопа и акселерометра и экран, либо на микроконтроллер, а от микроконтроллера питаются система гироскопа и акселерометра и экран.

Все компоненты собираются в едином корпусе.

2.1 Arduino Nano

Платформа Nano, построенная на микроконтроллере ATmega328, имеет небольшие размеры и может использоваться в лабораторных работах [7].

Питание платы может осуществляться двумя способами:

1. Через mini-USB или microUSB при подключении к компьютеру;
2. Через внешний источник питания, имеющий напряжение от 6 до 20 В с низким уровнем пульсаций.

Таблица 1 – Краткие характеристики Arduino Nano

Рабочее напряжение (логическая уровень)	5 В
Входное напряжение (рекомендуемое)	7-12 В
Входное напряжение (предельное)	6-20 В
Цифровые Входы/Выходы	14 (6 из которых могут использоваться как выходы ШИМ)
Аналоговые входы	8
Постоянный ток через вход/выход	40 мА
Флэш-память	16 Кб (ATmega168) или 32 Кб (ATmega328) при этом 2 Кб используются для загрузчика
Тактовая частота	16 МГц
Размеры	1.85 см x 4.2 см

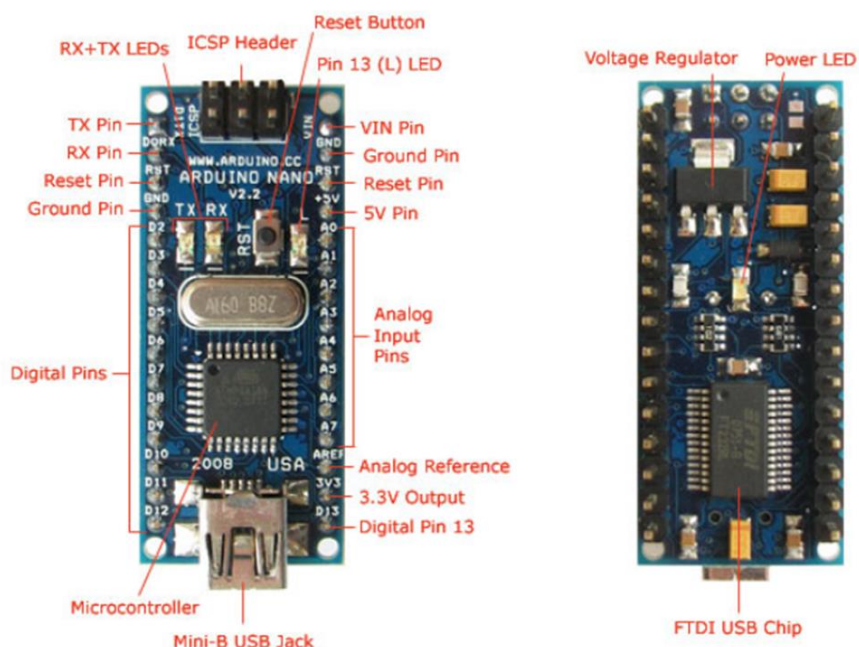


Рисунок 6 – Arduino Nano

Если рассматривать контроллер myRIO, то данный контроллер имеет очень большие габариты и его стоимость более 100тыс. руб. По этим параметрам сразу отклоняем данный вариант.

Микроконтроллер Raspberry Pi также можно было бы использовать в шлеме виртуальной реальности, так как есть варианты малых габаритов, но данный контроллер стоит дороже и опыта работы с ним раньше не приходилось.

Из рассмотренных выше вариантов микроконтроллеров Arduino nano является наиболее бюджетным и небольшие габаритные размеры, так как в корпусе не так много места и не малое количество компонентов.

Arduino Nano имеет такие же характеристики, что и Arduino Uno, но у выбранного микроконтроллера малые габариты, следовательно, он не будет занимать много места в корпусе, и имеет меньшую стоимость. Также программирование микроконтроллера производится на доступном языке программирования – Си [8].

2.2 Дисплей Nextion NX8048T070 - Generic 7.0 "HMI TFT LCD

В шлемах виртуальной реальности, как правило, используют дисплеи 5-7-ти дюймов, чем больше диагональ, тем больше угол обзора. Данный дисплей есть на кафедре и возможно подключение к Arduino.

Таблица 2 – Краткие характеристики дисплея Nextion [9]

Размер	6,0 дюймов
Разрешающая способность	800 x 480
Флэш-память	16 Мбайт
Угол обзора	IPS полный угол обзора
Яркость	250 нит
Активная область	164.9mm (L) × 100 мм (Ш)
Габаритные размеры	181 (L) × 108 (Ш) × 7,3 (Н)

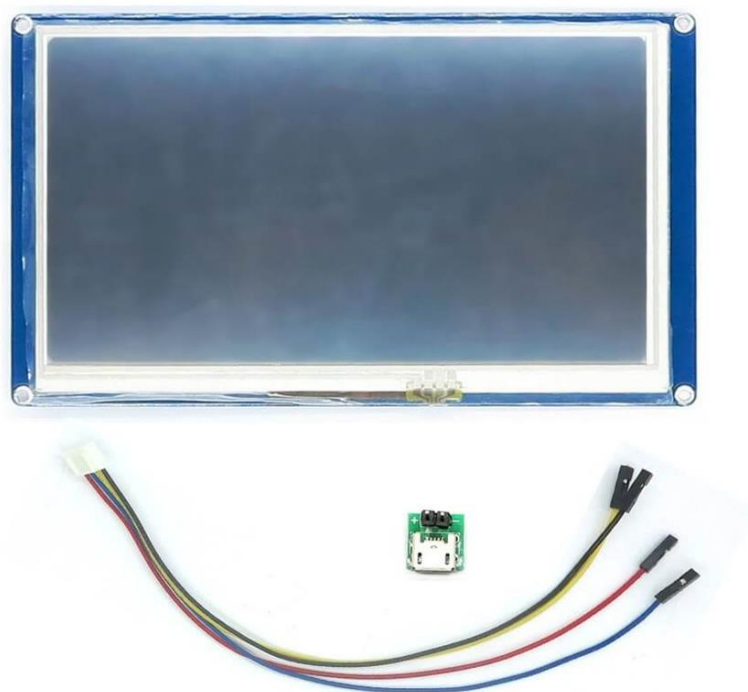


Рисунок 7 – Дисплей Nextion NX8048T070

Таблица 3 – Электрические характеристики дисплея Nextion [10]

	Условия	Min	Среднее	Max	Единицы измерения
Рабочее напряжение		4,75	5	7	В
Рабочий ток	При U=5В	-	510	-	мА
	Спящий режим	-	15	-	мА
Рекомендуемый блок питания: 5V, 2A, DC					

2.3 Модуль 3-х осевого гироскопа и акселерометра GY-521

Для отслеживания поворота головы нужны датчики акселерометра и гироскопа в шлеме, но, чтобы не занимать много места огромным количеством датчиков, есть возможность взять все датчики в одном корпусе. Модуль GY-521 включает в себя акселерометр и гироскоп, хорошо взаимодействует с Arduino и стоит в пределах 300 руб.

Позволяет определить положение и перемещение прибора в пространстве. При перемещении определяет линейное ускорение и угловую скорость по трем осям, что дает полную картину положения [11].

Таблица 4 – Краткие характеристики GY-521

Питание напряжение	3,7 – 5,5 В
Ток	до 10 мА
Максимальная частота интерфейса	400 кГц
Габаритные размеры	20 x 16 мм

2.4 Линзы

Были выбраны асферические линзы диаметром 50мм и 5-ти кратным увеличением.

Асферические линзы были выбраны, потому что они имеют более широкий угол обзора, по сравнению со сферическими, а также не имеет искажения в периферии, что является очень важным фактором в шлеме [12].

5-ти кратное увеличение нужно, чтобы получить полное погружение в 3D реальность и располагать экран не плотно к глазам, тем самым уменьшив нагрузку, чтобы не нанести вреда.

Диаметр 50 мм выбран достаточно большим, чтобы покрывать без искажений разницу в расстояниях между глазами и центрами половинок кадра.

2.5 Расчёт мощности и подбор аккумулятора

Расчёт мощности пина 5V Arduino Nano:

$$P = U \cdot I \quad (1)$$

Электрические параметры пина 5V: $U = 5 \text{ В}$, $I = 800 \text{ мА}$.

$$P = U \cdot I = 5 \cdot 0,8 = 4 \text{ Вт} \quad (2)$$

Расчет требуемой мощности для экрана и GY-521:

$$P = U \cdot I = 5 \cdot (0,01 + 0,51) = 2,6 \text{ Вт} \quad (3)$$

Мощности пина питания Arduino хватит для питания экрана и модуля GY-521, следовательно, аккумулятор нужно подобрать под параметры микроконтроллера.

Параметры питания микроконтроллера:

- Входное напряжение (рекомендуемое) 7-12 В;
- Входное напряжение (предельное) 6-20 В;
- Постоянный ток через вход/выход 40 мА.

Габаритные размеры не должны быть больше 189x116x40 мм, а также нужно подобрать минимально возможный вес, чтобы не было перевеса корпуса и можно было держать голову и не испытывать дискомфорта при использовании.

Учитывая все условия, предъявляемые к питанию, был подобран внешний аккумулятор АКБ Li-ion 11,1 Вольт 3S2P (8,1-12,6В) 4200мА*ч - 13А*ч со следующими характеристиками:

- Высота 65 мм;
- Длина 54 мм;
- Максимальное напряжение 12,6 В;
- Минимальное напряжение 7,5 В;
- Напряжение 11,1 В [13].



Рисунок 8 – АКБ Li-ion

После того как были подобраны все компоненты шлема была составлена схема соединения, которая представлена в приложении А.

3 Разработка индикатора разряда аккумулятора

Так как аккумулятор будет находиться в корпусе шлема, нужно вовремя знать, когда закончиться его заряд. Для этого был разработан индикатор на двух n-p-n транзисторах рис.9.

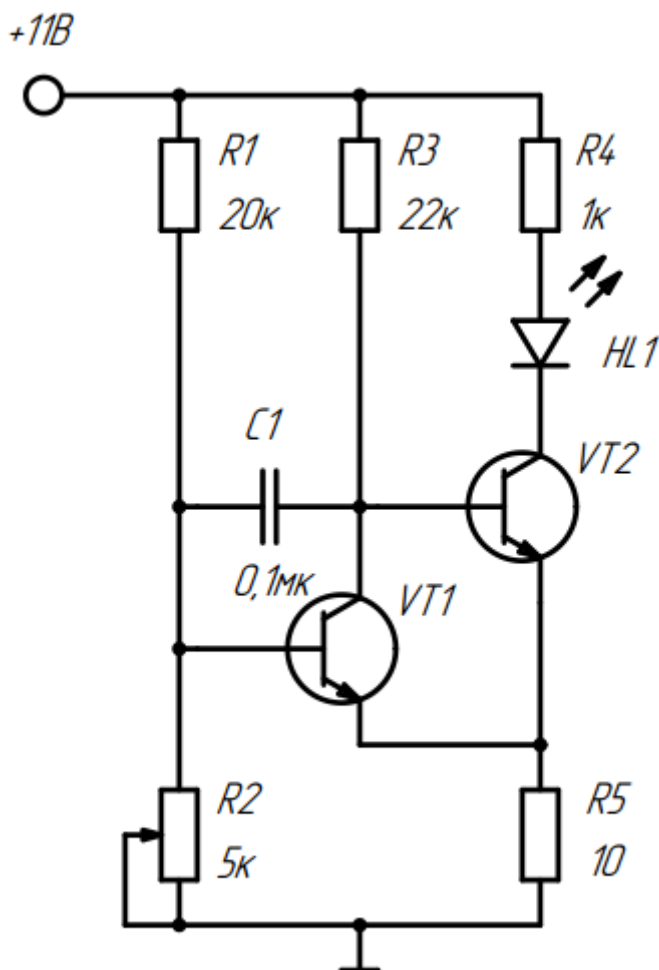


Рисунок 9 – Схема индикатора разряда батареи

При подаче напряжения транзистор VT1 будет открывать и шунтировать индикатор HL1. Когда напряжение аккумулятора начнет падать, то транзистор VT1 со временем закроется, а транзистор VT2 откроется, после чего загорится светодиод HL1.

Сопротивление переменного резистора R2 устанавливаем на 3,4 кОм, тогда срабатывание индикатора произойдет при напряжении 7В, а при необходимости можно изменить порог срабатывания индикатора [14].

Данная схема (рис.9) была промоделирована в программной среде Multisim и проверена работоспособность схемы. Результаты моделирования приведены на рисунках 10, 11 и 12, для разных напряжений питания.

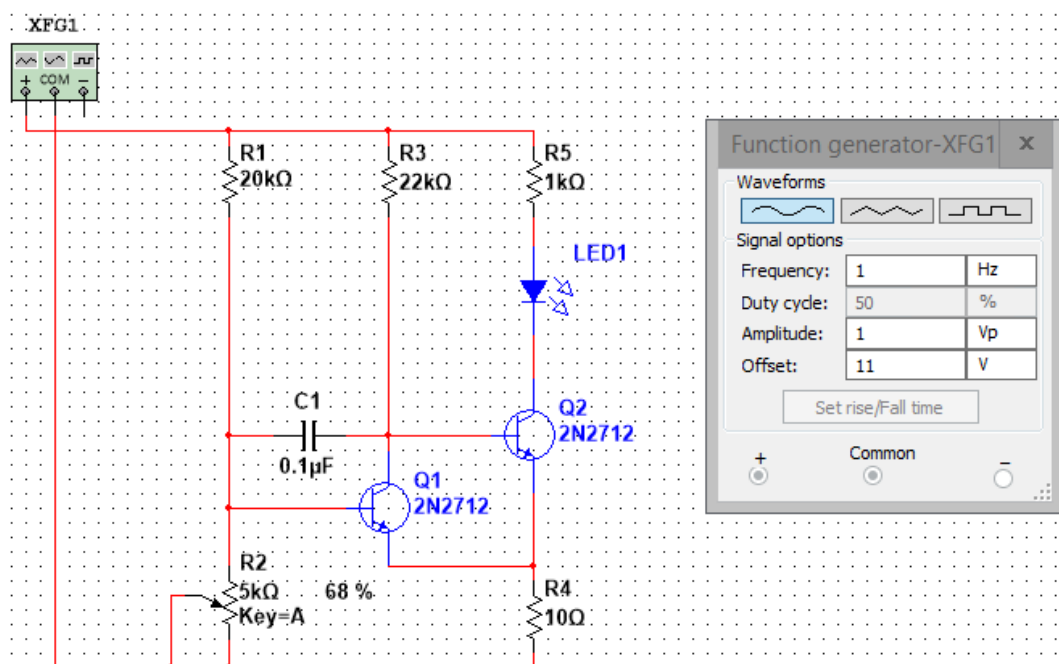


Рисунок 10 – Проверка схемы при $U_{BX}=11V$

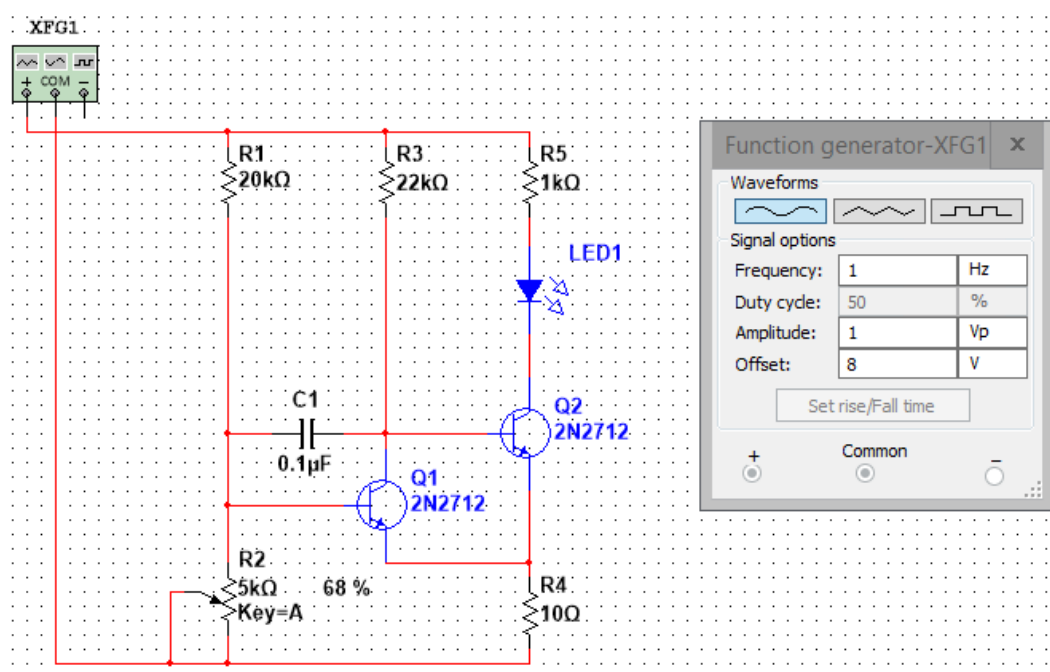


Рисунок 11 – Проверка схемы при $U_{BX}=8V$

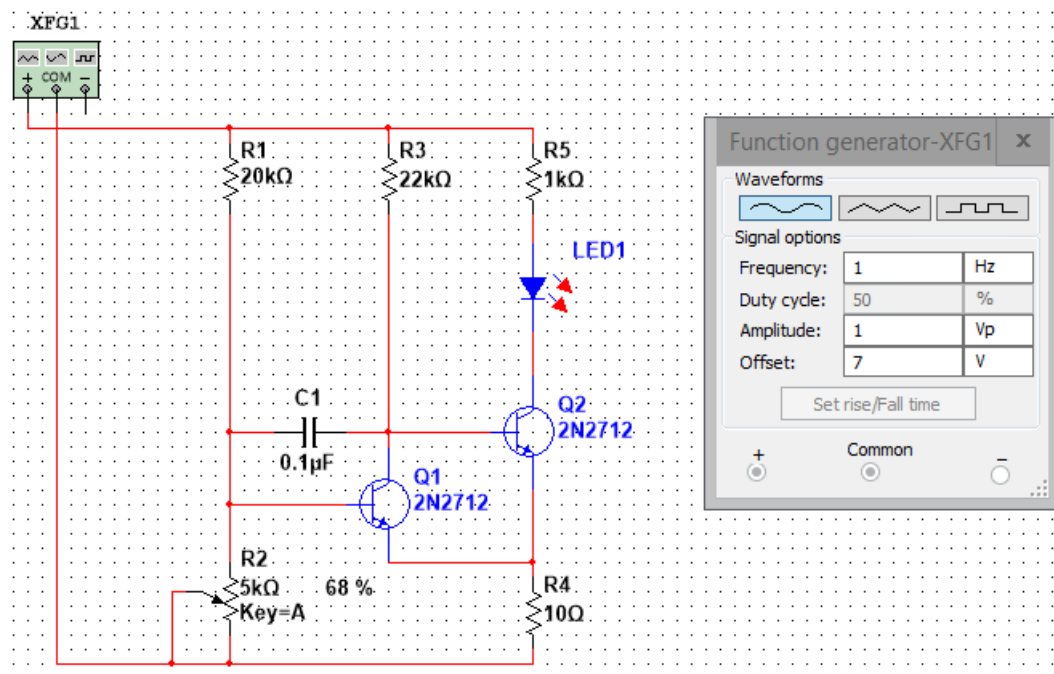


Рисунок 12 – Проверка схемы при $U_{BX}=7V$

Как видно по результатам моделирования индикатор срабатывает при входном напряжении равным 7В, а при 8В не срабатывает, что говорит о правильности работы схемы.

Далее была разработана печатная плата с помощью САПР – программы Altium Designer рисунок 13, 14.

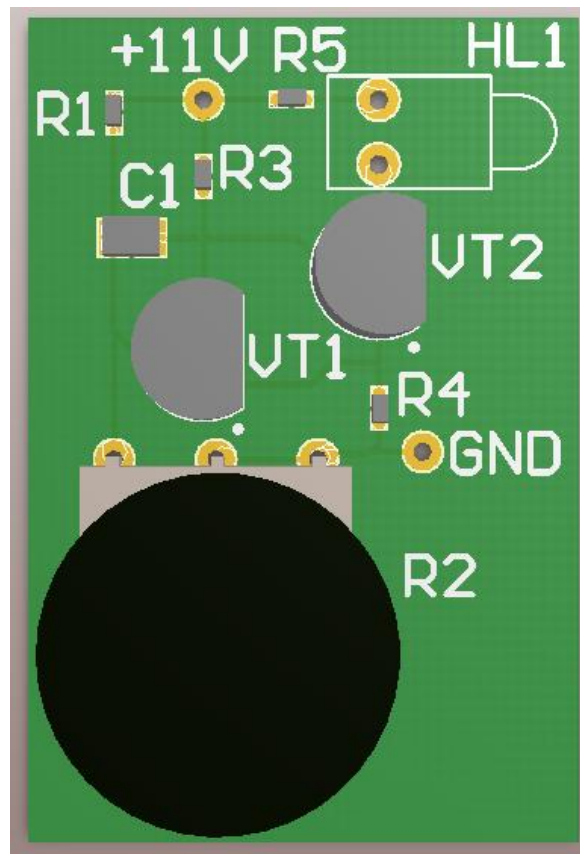


Рисунок 13 – 3D модель печатной платы

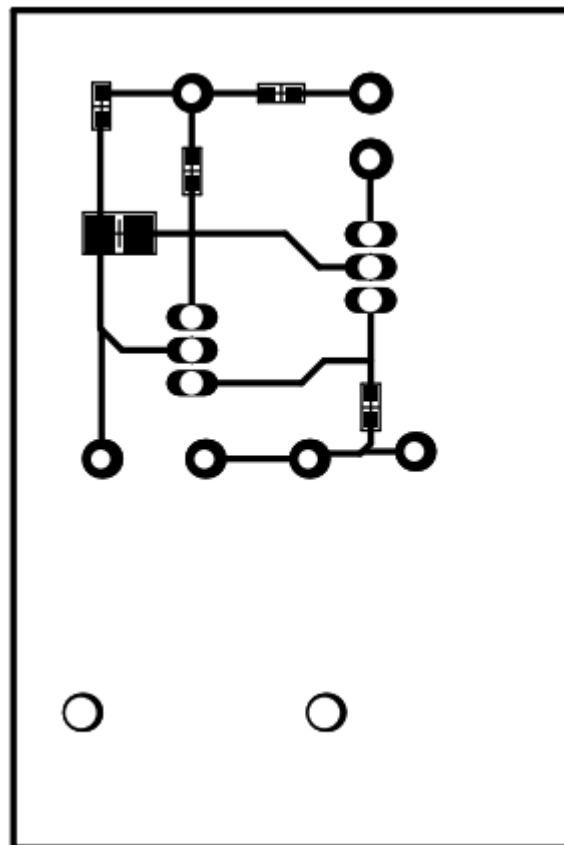


Рисунок 14 – печатная плата

4 Разработка корпуса

Корпус шлема разрабатывался в программной среде T-flex. Корпус сделан в разборном исполнении для удобства использования, в случае заряда батареи или поломки. Боковые отверстия сделаны под винты М4. Сверху и по бокам отверстия под ремни для крепления к голове. Также имеется отверстие под кнопку и отверстия внутри корпуса для крепления дисплея.

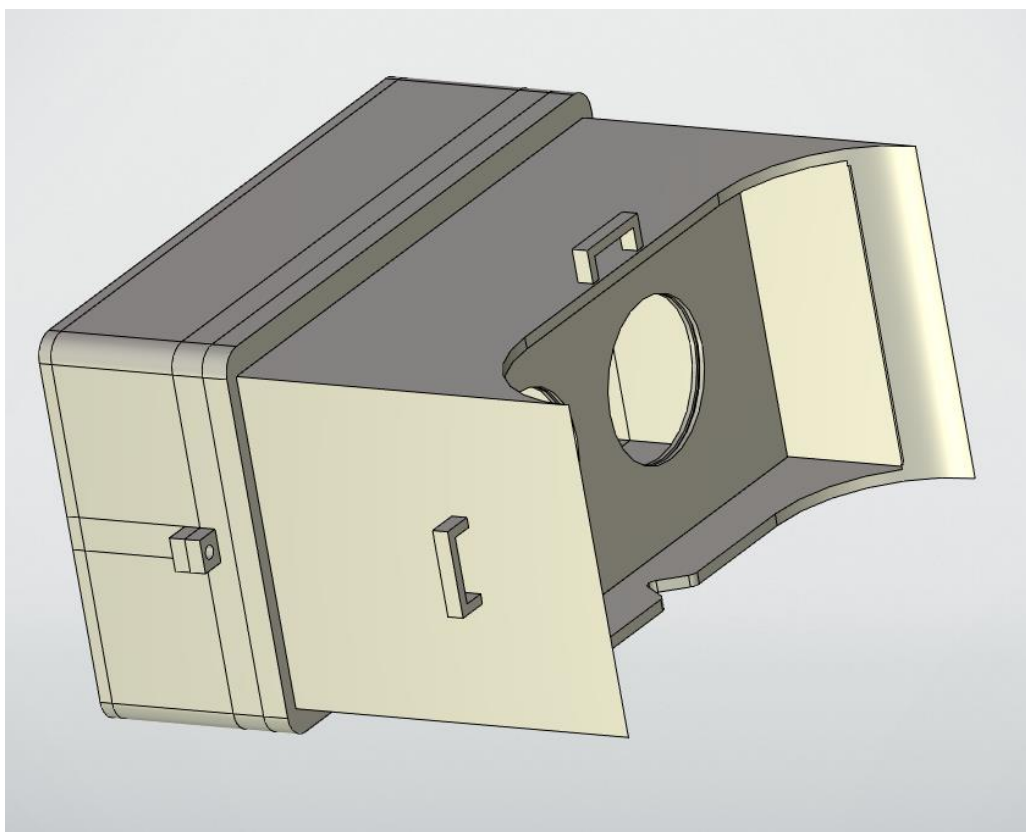


Рисунок 15 – Корпус шлема VR

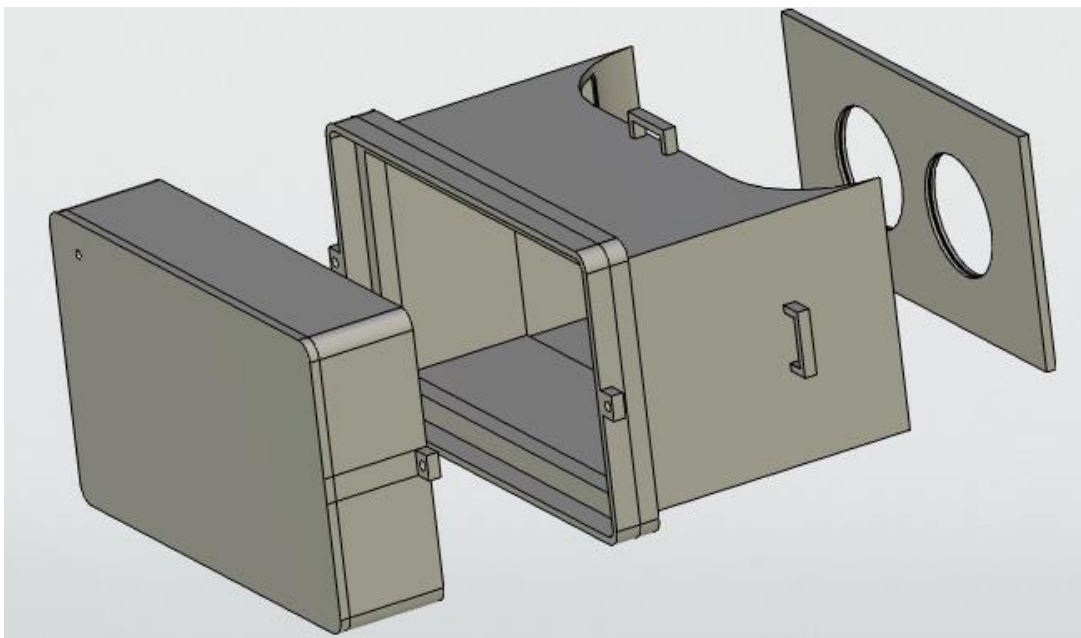


Рисунок 16 – Корпус шлема ВР в разобранном виде

5 Разработка программного обеспечения

5.1 Код для Arduino nano

Язык программирования устройств Ардуино основан на C/C++. Данный язык очень прост в освоении, доступный и понятный.

Код приведенный ниже нужен для работы модуля GY-521. Данный код загружается в Arduino nano. Для данного скетча используется библиотека Kalman.h, данная библиотека нужна для преобразования координат.

```
#include <Wire.h>
#include "Kalman.h"
Kalman kalmanX;
Kalman kalmanY;
uint8_t IMUAddress = 0x68;
int16_t accX;
int16_t accY;
int16_t accZ;
int16_t tempRaw;
int16_t gyroX;
int16_t gyroY;
int16_t gyroZ;
double accXangle; // Расчет угла с помощью акселерометра
double accYangle;
double temp;
double gyroXangle = 180; // Расчет угла с помощью гироскопа
double gyroYangle = 180;
double compAngleX = 180; // Расчет угла, используя фильтр Калмана
double compAngleY = 180;
double kalAngleX; // Расчет угла, используя фильтр Калмана
```

```

double kalAngleY;
uint32_t timer;
void setup() {
Wire.begin();
Serial.begin(9600);
i2cWrite(0x6B,0x00); // Отключаем режим сна
kalmanX.setAngle(180); // Установка начального угла
kalmanY.setAngle(180);
timer = micros();
}

void loop() {
uint8_t* data = i2cRead(0x3B,14);
accX = ((data[0] << 8) | data[1]);
accY = ((data[2] << 8) | data[3]);
accZ = ((data[4] << 8) | data[5]);
tempRaw = ((data[6] << 8) | data[7]);
gyroX = ((data[8] << 8) | data[9]);
gyroY = ((data[10] << 8) | data[11]);
gyroZ = ((data[12] << 8) | data[13]);
accYangle = (atan2(accX,accZ)+PI)*RAD_TO_DEG;
accXangle = (atan2(accY,accZ)+PI)*RAD_TO_DEG;
double gyroXrate = (double)gyroX/131.0;
double gyroYrate = -((double)gyroY/131.0);
gyroXangle += kalmanX.getRate()*((double)(micros()-timer)/1000000);
// Расчет угла гироскопа с использованием несмещенной скорости
gyroYangle += kalmanY.getRate()*((double)(micros()-timer)/1000000);
kalAngleX = kalmanX.getAngle(accXangle, gyroXrate, (double)(micros()-
timer)/1000000); // Расчёт угла, используя фильтр Калмана
kalAngleY = kalmanY.getAngle(accYangle, gyroYrate, (double)(micros()-
timer)/1000000);

```

```

timer = micros();
Serial.println();
Serial.print("X:");
Serial.print(kalAngleX,0);
Serial.print(" ");
Serial.print("Y:");
Serial.print(kalAngleY,0);
Serial.println(" ");
}

void i2cWrite(uint8_t registerAddress, uint8_t data){
Wire.beginTransmission(IMUAddress);
Wire.write(registerAddress);
Wire.write(data);
Wire.endTransmission(); // Остановка измерение
}

uint8_t* i2cRead(uint8_t registerAddress, uint8_t nbytes) {
uint8_t data[nbytes];
Wire.beginTransmission(IMUAddress);
Wire.write(registerAddress);
Wire.endTransmission(false);
Wire.requestFrom(IMUAddress, nbytes);
for(uint8_t i = 0; i < nbytes; i++)
data [i]= Wire.read();
return data;
}

```


5.2 Разработка 3D среды

Для создания 3D реальности необходимо программное обеспечение Nextion Editor, для программирования дисплея Nextion NX8048T070.

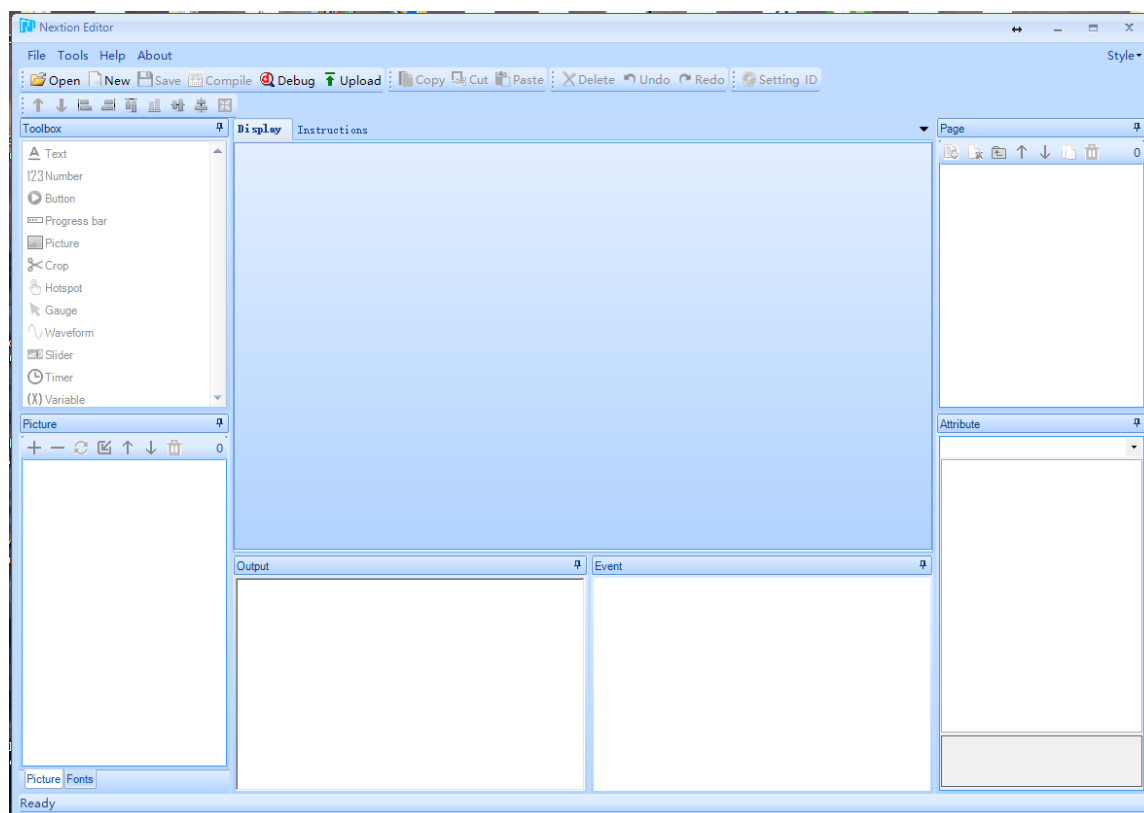


Рисунок 17 – Основное окно программы

Данное программное обеспечение поддерживается на всех операционных системах, очень прост в использовании и дает много возможностей для создания.

6 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Целью написания раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» является проектирование и создание конкурентоспособных разработок, отвечающих современным требованиям в области ресурсоэффективности и ресурсосбережения.

6.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

6.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

В данной дипломной работе объектом исследования является разработка шлема виртуальной реальности. При разработке шлема упор делается на простоту конструкции и небольшую себестоимость. Главные компании производители: HTC, Xiaomi, Google и Sony. Предполагается, что данное устройство будет использоваться в следующих сегментах рынка: государственные службы, развлечение, обучение и проектирование. Данные сегменты самые большие в использовании шлемов виртуальной реальности.

Таблица 5 – Карта сегментирования рынка

		Область применения			
		Государственные службы	Развлечения	Обучение	Проектирование
Производитель	HTC	+	+	-	-
	Oculus	-	+	-	+
	Google	-	+	+	+
	Sony	+	+	+	-

Самым большим спросом пользуется Sony у них 30% рынка, далее идут Oculus (25%), HTC (22%) и Google (11%). Также существуют и другие фирмы, но имеют меньшую долю на рынке.

Как можно увидеть по таблице 1 в области обучения преимущественно преобладает две компания, хотя в этой области нет специально созданных моделей. Моя разработка нацелена именно на область обучение, что может дать преимущество на рынке.

6.1.2 Анализ конкурентных технических решений

Анализ конкурентных технических решений позволяет провести оценку сравнительной эффективности научной разработки и определить направления для ее будущего повышения. Объектом исследования является шлем виртуальной реальности. Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений представлена в таблице 6.

Таблица 6 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б ₁	Б ₂	Б ₃	К ₁	К ₂	К ₃
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
Удобство в эксплуатации	0,1	4	3	5	0,4	0,3	0,5
Функциональная мощность	0,2	3	4	5	0,6	0,8	1
Простота эксплуатации	0,1	5	5	5	0,5	0,5	0,5
Повышенная производительность труда пол-ля	0,2	4	5	5	0,8	1	1
Экономические критерии оценки эффективности							
Конкурентоспособность	0,1	5	4	5	0,5	0,4	0,5
Цена	0,2	5	4	3	1	0,8	0,6
Предполагаем срок эксплуатации	0,1	5	4	5	0,5	0,4	0,5
Итого	1	31	29	33	4,3	4,2	4,6

где Б₁ – баллы критерия для разрабатываемого шлема;

Б₂ – баллы критерия для ACV Hype SVR-FHD;

Б₃ – баллы критерия для Sony PlayStation VR CUH-ZVR1;

К_i – конкурентоспособность научной разработки, вычисляемая по формуле:

$$K_i = B_i \cdot B_i, \quad (4)$$

где B_i – вес критерия.

По полученным результатам можно сделать вывод, что разрабатываемый шлем виртуальной реальности, является по конкурентоспособности средним.

6.1.3 Технология QuaD

Технология QuaD (QUality ADvisor) представляет собой гибкий инструмент измерения характеристик, описывающих качество новой разработки и ее перспективность на рынке и позволяющие принимать решение целесообразности вложения денежных средств в научно-исследовательский проект.

Таблица 7 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы	Макс. балл	Относ. значение	Средневзвешенное значение
1	2	3	4	5	6
Технические критерии оценки ресурсоэффективности					
1. Удобство в эксплуатации	0,11	75	100	0,75	0,083
2. Безопасность пользователя	0,15	80	100	0,8	0,12
3. Простота эксплуатации	0,12	90	100	0,9	0,108
4. Функциональная мощность	0,12	60	100	0,6	0,072
5. Ремонтопригодность	0,13	90	100	0,9	0,117
Экономические критерии оценки эффективности					
1. Конкурентоспособность продукта	0,12	65	100	0,65	0,078
2. Послепродажное обслуживание	0,1	70	100	0,7	0,07
3. Цена	0,15	90	100	0,9	0,135
Итого	1				78,3

Итоговое средневзвешенное значение позволяет говорить о перспективах разработки и качестве проведенного исследования. Если

значение показателя получилось от 100 до 80, то такая разработка считается перспективной. Если от 79 до 60 – то перспективность выше среднего. Если от 69 до 40 – то перспективность средняя. Если от 39 до 20 – то перспективность ниже среднего. Если 19 и ниже – то перспективность крайне низкая.

По результатам оценки качества и перспективности можно сделать вывод, что перспективность разработки выше среднего.

6.1.4 SWOT- анализ

SWOT-анализ – это эффективный инструмент стратегического менеджмента. SWOT-анализ заключается в исследовании внешней и внутренней сред проекта.

Факторы разделяются на четыре категории:

- Strengths (сильные стороны),
- Weaknesses (слабые стороны),
- Opportunities (возможности),
- Threats (угрозы).

Первый этап заключается в описании сильных и слабых сторон проекта, в выявлении возможностей и угроз для реализации проекта, которые проявились или могут проявиться в его внешней среде.

Разработанная для алгоритма поиска информативного атрибута матрица SWOT представлена в таблице 8.

Таблица 8 – SWOT-анализ

	<p>Сильные стороны:</p> <p>С1. Актуальность</p> <p>С2. Перспективность</p> <p>С3. Дешевизна</p> <p>С4. Удобство и простота эксплуатации</p>	<p>Слабые стороны:</p> <p>Сл1. Много аналогов</p> <p>Сл2. Недостаточно функциональной мощности</p>
<p>Возможности:</p> <p>В1. Финансирование проекта</p> <p>В2. Использование недорогих материалов в ТПУ</p> <p>В3. Повышение стоимости разработок конкурентов</p>	<p>Низкая стоимость и простота эксплуатации повышают конкурентность разработки на рынке.</p> <p>Минимальные затраты на производство разработки приводят к повышению стоимости разработок конкурентов.</p>	<p>Менее многофункциональный прибор может уступить более оснащенным аналогам.</p>
<p>Угрозы:</p> <p>У1. Большая конкуренция</p> <p>У2. Отсутствие спроса</p>	<p>Существование множества уже известных и более оснащенных аналогов может повлиять на спрос данного продукта и выход его на рынок</p>	<p>При малом функционале прибора и большом количестве аналоговых прототипов, шлем может не выйти на рынок.</p>

Второй этап состоит в выявлении соответствия сильных и слабых сторон научно-исследовательского проекта внешним условиям окружающей

среды. Это соответствие или несоответствие призвано помочь выявить необходимость проведения стратегических изменений.

На данном этапе строится интерактивная матрица проекта. Каждый фактор помечается либо знаком «+» (означает сильное соответствие сильных сторон возможностям), либо знаком «-» (что означает слабое соответствие); «0» - если есть сомнения в том, что поставить «+» или «-».

Таблица 9 – Интерактивная матрица проекта

		Сильные стороны			
		C1	C2	C3	C4
Возможности	B1	+	+	+	0
	B2	0	+	+	0
	B3	+	+	+	0

По итогам SWOT-анализа можно сказать, что разработка шлема виртуальной реальности является вполне перспективным направлением. Есть много сильных сторон, которым способствуют предоставленные возможности. Угрозой является большое количество существующих конкурентов с более функциональными шлемами, но в данной работе упор делается на дешевизну и простоту.

6.2 Планирование научно-исследовательских работ

6.2.1 Структура работ в рамках научного исследования

Планирование комплекса предполагаемых работ осуществляется в следующем порядке:

- определение структуры работ в рамках научного исследования;
- определение участников каждой работы;
- установление продолжительности работ;

- построение графика проведения научных исследований.

Для выполнения научных исследований формируется рабочая группа, в состав которой могут входить научные сотрудники и преподаватели, инженеры, техники и лаборанты, численность групп может варьироваться. По каждому виду запланированных работ устанавливается соответствующая должность исполнителей. Основные этапы выполнения ВКР и соответствующие им исполнители приведены в таблице 10.

Таблица 10 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб.	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель
Выбор направления исследования	2	Подбор материалов по теме	Инженер
	3	Изучение материалов по теме	Инженер
	4	Выбор направления	Руководитель, инженер
	5	Календарное планирование работ по теме	Инженер
Проектирование структуры и разработка перчатки	6	Проектирование структуры	Инженер
	7	Разработка шлема	Инженер
	8	Тестирование шлема	Инженер
Обобщение и оценка результатов	9	Оценка эффективности полученных результатов	Руководитель, инженер
Оформление отчета по НИР (комплекта документации по ОКР)	10	Составление пояснительной записки (эксплуатационно-технической документации)	Инженер

6.2.2 Определение трудоемкости работ

Трудовые затраты в большинстве случаев образуют основную часть стоимости разработки, поэтому важным моментом является определение трудоемкости работ каждого из участников научного исследования.

Ожидаемая продолжительность этапа рассчитывается по формуле:

$$t_{\text{ож}i} = \frac{3t_{\text{min}i} + 2t_{\text{max}i}}{5}, \quad (5)$$

где $t_{\text{ож}i}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы чел.-дн.;

$t_{\text{min}i}$ – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел-дни.;

$t_{\text{max}i}$ – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), чел-дни.

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях T_p , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями. Такое вычисление необходимо для обоснованного расчета заработной платы, так как удельный вес зарплаты в общей сметной стоимости научных исследований составляет около 65%.

$$T_{pi} = \frac{t_{\text{ож}i}}{ч_i}, \quad (6)$$

где T_{pi} – продолжительность одной работы, раб. дн.;

$t_{\text{ож}i}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дн.;

$ч_i$ – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

6.2.3 Разработка графика проведения научного исследования

В данном пункте необходимо построить диаграмму Ганта – горизонтально-ленточный график, на котором работы представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения приведенных работ.

Для удобства построения графика, длительность каждого из этапов работ из рабочих дней следует перевести в календарные дни. Для этого необходимо воспользоваться следующей формулой:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}} \quad (7)$$

где T_{ki} – продолжительность выполнения i -й работы в календарных днях;

T_{pi} – продолжительность выполнения i -й работы в рабочих днях;

$k_{\text{кал}}$ – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}} \quad (8)$$

где $T_{\text{кал}}$ – количество календарных дней в году;













$T_{\text{вых}}$ – количество выходных дней в году;



$T_{\text{пр}}$ – количество праздничных дней в году.

Таблица 11 – Временные показатели проведения научного исследования

№ работ	Трудоемкость работ						Длительность работ в рабочих днях T_{pi}		Длительность работ в календарных днях T_{ki}	
	t_{min} , чел-дни	чел-	t_{max} , чел-дни	чел-	$t_{ожi}$, чел-дни					
	Инж.	Рук.	Инж.	Рук.	Инж.	Рук.	Инж.	Рук.	Инж.	Рук.
1	0	1	0	4	0	2	0	2	0	3
2	6	0	10	0	7	0	7	0	10	0
3	10	0	14	0	11	0	11	0	16	0
4	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1
5	3	0	6	0	4	0	4	0	6	0
6	4	0	10	0	6	0	6	0	9	0
7	10	0	14	0	12	0	12	0	18	0
8	8	0	12	0	10	0	10	0	15	0
9	2	1	4	2	3	1	3	1	4	1
10	10	0	12	0	11	0	11	0	16	0
Всего							65	4	95	5

Таблица 12 – Календарный план-график

Вид работ	Исполнители	T_{ki} , кал.дн.	Продолжительность выполнения работ							
			февраль		март		апрель		май	
			1	2	1	2	1	2	1	2
Составление и утверждение технического задания	Р	3								
Подбор материалов по теме	И	10								
Изучение материалов по теме	И	16								
Выбор направления	И, Р	1/1			 					
Календарное планирование работ по теме	И	6								
Проектирование структуры перчатки	И	9								
Разработка перчатки	И	18								
Тестирование перчатки	И	15								
Оценка эффективности полученных результатов	И, Р	4/1						 		
Составление пояснительной записки	И	16								

где  – руководитель (р),  – инженер (и)

6.3 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

При планировании бюджета НТИ должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов расходов, связанных с его выполнением. В процессе формирования бюджета НТИ используется следующая группировка затрат по статьям:

- Материальные затраты НТИ:

- Затраты на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ;
- Основная заработная плата исполнителей темы;
- Дополнительная заработная плата исполнителей темы;
- Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- Затраты на научные и производственные командировки;
- Контрагентные расходы;
- Накладные расходы.

6.3.1 Расчет материальных затрат исследования

Расчет материальных затрат осуществляется по формуле:

$$З_{\text{м}} = (1 + k_{\text{т}}) \cdot \sum_{i=1}^m Ц_i \cdot N_{\text{расх}i} \quad (9)$$

где m – количество видов материальных ресурсов, потребляемых при выполнении научного исследования;

$N_{\text{расх}i}$ – количество материальных ресурсов i -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м, м^2 , и т.д.);

$Ц_i$ – цена приобретения единицы i -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м, руб./ м^2 и т.д.);

$k_{\text{т}}$ – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

Таблица 13 – Материальные затраты

Наименование	Количество	Цена за ед., руб.	Затраты на материалы, (З _м), руб
Офисные принадлежности			
Бумага для принтера А4, уп.	1	150	150
Краска для принтера, шт.	1	650	650
Мультифора , шт.	1	2	2
Итого			802

6.3.2 Расчет затрат на специальное оборудование для научных работ

В данную статью включают все затраты, связанные с приобретением специального оборудования, необходимого для проведения работ по конкретной теме. Все расчеты по приобретению спецоборудования сведены в таблице 10.

Таблица 14 – Расчет бюджета затрат на приобретение спецоборудования для научных работ

Наименование оборудования	Кол-во единиц оборудования	Цена единицы оборудования, руб.	Общая стоимость оборудования, руб.
Персональный компьютер	1	60000	60000
Микроконтроллер Arduino Nano	1	400	400
Дисплей Nextion NX8048T070	1	5420	5420
3-х осевой гироскоп и акселерометр GY-521	1	247	247
Линзы	2	800	1600
Аккумулятор АКБ Li-ion 11,1 Вольт 3S2P	1	4422	4422
Провода	1	700	700
Итого			72789

6.3.3 Основная заработная плата исполнителей темы

Основная заработная плата руководителя рассчитывается на основании отраслевой оплаты труда (оклад, стимулирующие выплаты, районный

коэффициент). Для студента-дипломника основную заработную плату составляет государственная стипендия с учетом районного коэффициента.

Для расчета основной заработной платы (табл. 15) необходимо привести действительный годовой фонд рабочего времени руководителя и студента (табл. 16).

Таблица 15 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Инженер
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней - выходные дни - праздничные дни	118	118
Потери рабочего времени - отпуск - невыходы по болезни	24	24
Действительный годовой фонд рабочего времени	223	223

Месячный должностной оклад работника рассчитывается по формуле:

$$З_{\text{м}} = З_{\text{тс}} \cdot k_p \quad (10)$$

где $З_{\text{тс}}$ – заработная плата по тарифной ставке, руб.;

k_p – районный коэффициент, равный 1,3 для г. Томска.

Таблица 16 – Баланс рабочего времени

Исполнители	$З_{\text{тс}}$, руб.	k_p	$З_{\text{м}}$, руб.	$З_{\text{дн}}$, руб.	T_p , раб. дн.	$З_{\text{осн}}$, руб.
Руководитель	15000	1,3	31200	1539	4	6156
Инженер	1200	1,3	2496	123	65	7995

6.3.4 Дополнительная заработная плата исполнителей темы

Расчет дополнительной заработной платы ведется по формуле:

$$З_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot З_{\text{осн}} \quad (11)$$

где $k_{\text{доп}}$ – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимается равным 0,12-0,15).

Таблица 17 – Расчет дополнительной заработной платы

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.	$k_{\text{доп}}$	Дополнительная заработная плата, руб.
		0,12	
Руководитель	6156	0,12	738
Инженер	7995		959

6.3.5 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$З_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}}) \quad (12)$$

где $k_{\text{внеб}}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.).

Отчисления во внебюджетные фонды представлены в таблице 18.

Таблица 18 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.	Дополнительная заработная плата, руб.
Руководитель	6156	738
Инженер	7995	959
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	27,1	
Итого	4295	

6.3.6 Накладные расходы

В данной работе в накладные расходы входят расходы на электроэнергию. Тариф на электроэнергию для НИ ТПУ составляет 106,85 руб/МВтч

6.3.7 Формирование бюджета затрат

Определение бюджета затрат научно-исследовательского проекта приведет в таблице 19.

Таблица 19 – Расчет бюджета затрат НТИ

Наименование статьи	Сумма, руб.	Примечание
1. Материальные затраты НТИ	802	Таблица 9
2. Затраты на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ	72789	Таблица 10
3. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	14151	Таблица 12
4. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	1697	Таблица 13
5. Отчисления во внебюджетные фонды	4295	Таблица 14
6. Затраты на научные и производственные командировки	0	Нет в данной работе
7. Контрагентные расходы	0	Нет в данной работе
8. Накладные расходы	14997	16% от суммы ст.1-7
9. Бюджет затрат НТИ	108731	Сумма ст.1-8

6.4 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования

Интегральный показатель финансовой эффективности научного исследования получают в ходе оценки бюджета затрат двух (или более) вариантов исполнения научного исследования. Для этого наибольший интегральный показатель реализации технической задачи принимается за базу расчета (как знаменатель), с которым соотносятся финансовые значения

по всем вариантам исполнения. Интегральный финансовый показатель разработки определяется по формуле:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп}i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}} \quad (13)$$

где $I_{\text{финр}}^{\text{исп}i}$ – интегральный финансовый показатель разработки;

Φ_{pi} – стоимость i-го варианта исполнения;

Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта (в т.ч. аналоги).

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования можно определить следующим образом:

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i \quad (14)$$

где I_{pi} – интегральный показатель ресурсоэффективности для i-го варианта исполнения разработки;

b_i^a, b_i^p – бальная оценка i-го варианта исполнения разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

n – число параметров сравнения.

Сравнение будет происходить между моим шлемом виртуальной реальности и ACV Hype SVR-FHD.

Таблица 20 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Объект исследования	Весовой коэффициент параметра	Разрабатываемый шлем	ACV Нуре SVR-FHD
Критерии			
1. Удобство эксплуатации	0,25	4	4
2. Функциональная мощность	0,2	3	4
3. Ремонтопригодность	0,3	5	4
4. Энергосбережение	0,15	4	4
5. Надежность	0,1	4	4
Итого	1		

Отсюда интегральный показатель ресурсоэффективности равен:

$$I_{\text{раз.шл.}} = 4 \cdot 0,25 + 3 \cdot 0,2 + 5 \cdot 0,3 + 4 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,1 = 4,1 \quad (15)$$

$$I_{\text{ACV}} = 4 \cdot 0,25 + 4 \cdot 0,2 + 4 \cdot 0,3 + 4 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,1 = 4 \quad (16)$$

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по следующим формулам:

$$I_{\text{вар.1}} = \frac{I_{\text{раз.шл.}}}{I_{\text{финр}}} = \frac{4,1}{1} = 4,1 \quad (17)$$

$$I_{\text{вар.2}} = \frac{I_{\text{ACV}}}{I_{\text{финр}}} = \frac{4}{1} = 4 \quad (18)$$

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволит определить сравнительную эффективность проекта и выбрать наиболее целесообразный вариант из предложенных:

$$\mathcal{E}_{\text{ср1}} = \frac{I_{\text{раз.шл.}}}{I_{\text{ACV}}} = \frac{4,1}{4} = 1,025 \quad (19)$$

$$\mathcal{E}_{\text{ср2}} = \frac{I_{\text{ACV}}}{I_{\text{раз.шл.}}} = \frac{4}{4,1} = 0,97 \quad (20)$$

Таблица 21 – Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Разрабатываемый шлем	ACV Нуре SVR-FHD
1	Интегральный финансовый показатель исполнения	1	1
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности исполнения	4,1	4
3	Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения	4,1	4
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1,025	0,97

Вывод по разделу: в результате работы по разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» выявили вариант исполнения научно-исследовательской работы. Бюджет затрат варианта исполнения равен 108731 рублей. Была произведена сравнительная оценка эффективности разработки. Исходя, из полученных данных можно сказать, что данная разработка шлема виртуальной реальности является эффективной по сравнению с дешевым аналогом [15].

7 Социальная ответственность

Научно-исследовательская работа направлена на разработку шлема виртуальной реальности, предназначенной для улучшения обучения студентов.

Шлем виртуальной реальности является оптоэлектронной микропроцессорной системой, которая полностью погружает пользователя в виртуальную реальность.

Одним из основных направлений развития и совершенствования современных VR систем является уменьшение веса прибора, уменьшение количества компонентов и расширение возможностей применения в различных отраслях современного мира.

Была разработана оптическая система и электронная компоновка, а также запрограммирован микроконтроллер и разработан корпус для компоновки электроники и оптической системы.

В настоящее время применение виртуальной реальности набирает популярность, так как это помогает в решении многих задач и моделировании ситуаций, которые в реальной жизни могут нанести вред окружающему миру.

7.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

7.1.1 Специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства

Согласно ТК РФ, N 197 -ФЗ работник аудитории 107а, 4 корпуса ТПУ имеет право на:

- рабочее место, соответствующее требованиям охраны труда;
- обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний в соответствии с федеральным законом;
- отказ от выполнения работ в случае возникновения опасности для его жизни и здоровья вследствие нарушения требований охраны труда, за исключением случаев, предусмотренных федеральными законами, до устранения такой опасности;
- обеспечение средствами индивидуальной и коллективной защиты в соответствии с требованиями охраны труда за счет средств работодателя;
- внеочередной медицинский осмотр в соответствии с медицинскими рекомендациями с сохранением за ним места работы (должности) и среднего заработка во время прохождения указанного медицинского осмотра;

7.1.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны

Рабочее место в аудитории 107а, 4 корпуса ТПУ должно соответствовать требованиям ГОСТ 12.2.032-78. Оно должно занимать площадь не менее 4,5

м², высота помещения должна быть не менее 4 м, а объем - не менее 20 м³ на одного человека. Высота над уровнем пола рабочей поверхности, за которой работает оператор, должна составлять 720 мм. Оптимальные размеры поверхности стола 1600 х 1000 кв. мм. Под столом должно иметься пространство для ног с размерами по глубине 650 мм. Рабочий стол должен также иметь подставку для ног, расположенную под углом 15° к поверхности стола. Длина подставки 400 мм, ширина - 350 мм. Удаленность клавиатуры от края стола должна быть не более 300 мм, что обеспечит удобную опору для предплечий. Расстояние между глазами оператора и экраном видеодисплея должно составлять 40 - 80 см. Так же рабочий стол должен быть устойчивым, иметь однотонное неметаллическое покрытие, не обладающее способностью накапливать статическое электричество. Рабочий стул должен иметь дизайн, исключающий онемение тела из-за нарушения кровообращения при продолжительной работе на рабочем месте.

Рабочее место сотрудника аудитории 107а, 4 корпуса ТПУ соответствует требованиям ГОСТ 12.2.032-78.

7.2 Производственная безопасность

Разрабатываемое программное обеспечение шлема виртуальной реальности подразумевает использование электронной вычислительной машины (ЭВМ), а также паяльной станции для сборки электронной составляющей устройства. С точки зрения социальной ответственности целесообразно рассмотреть вредные и опасные факторы, которые могут возникать при разработке математической модели или работе с оборудованием, а также требования по организации рабочего места.

7.2.1 Анализ потенциально возможных и опасных факторов, которые могут возникнуть на рабочем месте при проведении исследований

Для выбора факторов использовался ГОСТ 12.0.003-2015 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» [16]. Перечень опасных и вредных факторов, характерных для проектируемой производственной среды представлен в виде таблицы:

Таблица 22 – Опасные и вредные факторы при выполнении работ по разработке программного модуля

Источник фактора, наименование вида работ	Факторы (по ГОСТ 12.0.003-2015)		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
1) Разработка программного обеспечения с использованием серверного оборудования 2) Работа с ЭВМ 3) Пайка	1. Повышенный уровень напряженности электростатического и электромагнитных полей [2, 17]; 2. Недостаточная освещенность рабочей зоны [2,3, 17]; 3. Повышенный уровень шума на рабочем месте [2, 17]; 4. Неудовлетворительный микроклимат [2, 17]; 5. Утечки токсичных и вредных веществ в атмосферу	1. Поражение электрическим током. 2. Пожаровзрывоопасность. 3. Термическая опасность	СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 СанПиН 2.2.2.542-96 СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 СанПиН 2.2.4.1191-03 СанПиН 52.13330.2011 СанПиН 2.2.4.548–96 СН 2.2.4/2.1.8.562–96 ГОСТ 30494-2011 ГОСТ 12.1.007–76

7.2.2 Разработка мероприятий по снижению воздействия вредных и опасных факторов

При разработке программного обеспечения в аудитории 107а, 4 корпуса ТПУ, основным источником потенциально вредных и опасных производственных факторов (ОВПФ) является ЭВМ, возможность поражения электрическим током. Использование серверного оборудования может привести к наличию таких вредных факторов, как повышенный уровень статического электричества, повышенный уровень электромагнитных полей, повышенная напряженность электрического поля.

К основной документации, которая регламентирует вышеперечисленные вредные факторы относится СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 "Гигиенические требования к электронно-вычислительным машинам и организации работы":

ЭВМ должны соответствовать требованиям настоящих санитарных правил и каждый их тип подлежит санитарно-эпидемиологической экспертизе с оценкой в испытательных лабораториях, аккредитованных в установленном порядке [17].

Повышенный уровень напряженности электростатических и электромагнитных полей

Допустимые уровни электромагнитных полей (ЭМП) в аудитории 35, 4 корпуса ТПУ, создаваемых ЭВМ, не должны превышать значений [18], представленных в таблице 23.

Таблица 23 – Допустимые уровни ЭМП, создаваемых ЭВМ

Наименование параметров	Диапазон	ДУ ЭМП
Напряженность электрического поля	в диапазоне частот 5 Гц - 2 кГц	25 В/м
	в диапазоне частот 2 кГц - 400 кГц	2,5 В/м
Плотность магнитного потока	в диапазоне частот 5 Гц - 2 кГц	250 нТл
	в диапазоне частот 2 кГц - 400 кГц	25 нТл
Напряженность электростатического поля		15 кВ/м

Уровни ЭМП, ЭСП рабочем месте в аудитории 107а, 4 корпуса ТПУ, перечисленные в таблице 23 соответствуют нормам.

Электробезопасность:

Для предотвращения поражения электрическим током, где размещаются рабочее место с ЭВМ в аудитории 107а, 4 корпуса ТПУ, оборудование должно быть оснащено защитным заземлением, занулением в соответствии с техническими требованиями по эксплуатации [16]. Для предупреждения электротравматизма необходимо проводить соответствующие организационные и технические мероприятия: 1) оформление работы нарядом или устным распоряжением; 2) проведение инструктажей и допуск к работе; 3) надзор во время работы. Уровень напряжения для питания ЭВМ в данной аудитории 220 В, для серверного оборудования 380 В. По опасности поражения электрическим током помещение 107а, 4 корпуса ТПУ относится к первому классу – помещения без повышенной опасности (сухое, хорошо отапливаемое, помещение с токонепроводящими полами, с температурой 18-20°, с влажностью 40-50%) [19].

Основными непосредственными причинами электротравматизма, являются: 1) прикосновение к токоведущим частям электроустановки,

находящейся под напряжением; 2) прикосновение к металлическим конструкциям электроустановок, находящимся под напряжением; 3) ошибочное включение электроустановки или несогласованных действий обслуживающего персонала; 4) поражение шаговым напряжением.

Основными техническими средствами защиты, согласно ПУЭ, являются защитное заземление, автоматическое отключение питания, устройства защитного отключения, изолирующие электрозащитные средства, знаки и плакаты безопасности. Наличие таких средств защиты предусмотрено в рабочей зоне. В целях профилактики периодически проводится инструктаж работников по технике безопасности.

Не следует размещать рабочие места с ЭВМ вблизи силовых кабелей, технологического оборудования, создающего помехи в работе ЭВМ [17].

Недостаточная освещенность рабочей зоны

В аудитории 107а, 4 корпуса ТПУ имеется естественное (боковое двухстороннее) и искусственное освещение. Рабочие столы размещены таким образом, чтобы видеодисплейные терминалы были ориентированы боковой стороной к световым проемам, чтобы естественный свет падал преимущественно слева.

Искусственное освещение в помещениях для эксплуатации ЭВМ осуществляется системой общего равномерного освещения. В аудитории 107а, 4 корпуса, в случаях работы с документами, следует применять системы комбинированного освещения (к общему освещению дополнительно устанавливаются светильники местного освещения, предназначенные для освещения зоны расположения документов).

Освещенность на поверхности стола в зоне размещения рабочего документа должна быть 300 - 500 лк. Освещение не должно создавать бликов на поверхности экрана. Освещенность поверхности экрана не должна быть более 300 лк [20].

В качестве источников света применяются светодиодные светильники или металлогалогенные лампы (используются в качестве местного освещения) [20].

Таблица 24 – Нормируемые показатели естественного, искусственного и совмещенного освещения помещений жилых зданий

Помещение	Рабочая поверхность и плоскость плоскость плоскость нормирования КЕО и освещенности и высота плоскости над полом, м	Естественное освещение		Совмещенное освещение		Искусственное освещение		
		КЕО e_n , %		КЕО e_n , %		Освещенность рабочих поверхностей, лк	Показатель дисконтности, М, не более	Коэффициент пульсации $K_{\text{п}}$, %, не более
		При верхнем или комбинированном освещении	При боковом освещении	При верхнем или комбинированном освещении	При боковом освещении			
Кабинеты	Г-0,0	3,0	1,0	1,8	0,6	300	-	$\leq 5\%$ (работа с ЭВМ) $\leq 20\%$ (при работе с документацией)

Согласно [21] освещенность в аудитории 107а 4 корпуса ТПУ соответствует допустимым нормам.

Повышенный уровень шума на рабочем месте

При работе с ЭВМ в аудитории 107а, 4 корпуса ТПУ характер шума – широкополосный с непрерывным спектром более 1 октавы.

Таблица 25 – Предельно допустимые уровни звукового давления, уровни звука и эквивалентные уровни звука для основных наиболее типичных видов трудовой деятельности и рабочих мест [22].

N пп.	Вид трудовой деятельности, рабочее место	Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц									Уровни звука и эквивалентные уровни звука (дБА)
		31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2	Творческая деятельность, руководящая работа с повышенными требованиями, научная деятельность, конструирование и проектирование, программирование, преподавание и обучение, врачебная деятельность. Рабочие места в помещениях дирекции, проектно- конструкторских бюро, расчетчиков, программистов вычислительных машин, в лабораториях для теоретических работ и обработки данных, приема больных в здравпунктах	86	71	61	54	49	45	42	40	38	50

Согласно [21] уровень шума в аудитории 107а, 4 корпуса ТПУ не более 80 дБА и соответствует нормам.

Неудовлетворительный микроклимат

Для создания и автоматического поддержания в аудитории 107а, 4 корпуса ТПУ независимо от наружных условий оптимальных значений температуры, влажности, чистоты и скорости движения воздуха, в холодное время года используется водяное отопление, в теплое время года применяется кондиционирование воздуха. Кондиционер представляет собой вентиляционную установку, которая с помощью приборов автоматического регулирования поддерживает в помещении заданные параметры воздушной среды.

Аудитория 107а, 4 корпуса ТПУ является помещением Ib категории. Допустимые величины интенсивности теплового облучения работающих на рабочих местах от производственных источников, нагретых до темного свечения (материалов, изделий и др.) [23].

Таблица 26 – Оптимальные величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений

Период года	Катег. работ по уровню энергозатрат	Температура воздуха, °С	Температура поверхностей, °С	Относ. влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	Iб	21-23	20-24	40-60	0,1
Теплый	Iб	22-24	21-25	40-60	0,1

Таблица 27 – Допустимые величины интенсивности теплового облучения

Облучаемая поверхность тела, %	Интенсивность теплового облучения, Вт/м ² , не более
50 и более	35
25-50	70
не более 25	100

В аудитории проводится ежедневная влажная уборка и систематическое проветривание после каждого часа работы на ЭВМ.

Согласно [21] микроклимат аудитории 107а, 4 корпуса ТПУ соответствует допустимым нормам.

7.3 Экологическая безопасность

В данном подразделе рассматривается характер воздействия проектируемого решения на окружающую среду. Выявляются предполагаемые источники загрязнения окружающей среды, возникающие в результате реализации предлагаемых в ВКР решений.

7.3.1 Анализ влияния объекта исследования на окружающую среду

Программное обеспечение – является программным алгоритмом и не наносит вреда окружающей среде. С точки зрения влияния на окружающую среду можно рассмотреть влияние серверного оборудования при его утилизации.

Большинство компьютерной техники содержит бериллий, кадмий, мышьяк, поливинилхлорид, ртуть, свинец, фталаты, огнезащитные составы на основе брома и редкоземельные минералы [17]. Это очень вредные

вещества, которые не должны попадать на свалку после истечения срока использования, а должны правильно утилизироваться.

Утилизация компьютерного оборудования осуществляется по специально разработанной схеме, которая должна соблюдаться в организациях:

1. На первом этапе необходимо создать комиссию, задача которой заключается в принятии решений по списанию морально устаревшей или не рабочей техники, каждый образец рассматривается с технической точки зрения.
2. Разрабатывается приказ о списании устройств. Для проведения экспертизы привлекается квалифицированное стороннее лицо или организация.
3. Составляется акт утилизации, основанного на результатах технического анализа, который подтверждает негодность оборудования для дальнейшего применения.
4. Формируется приказ на утилизацию. Все сопутствующие расходы должны отображаться в бухгалтерии.
5. Утилизацию оргтехники обязательно должна осуществлять специализированная фирма.
6. Получается специальная официальной формы, которая подтвердит успешность уничтожения электронного мусора.

После оформления всех необходимых документов, компьютерная техника вывозится со склада на перерабатывающую фабрику. Все полученные в ходе переработки материалы вторично используются в различных производственных процессах. [24]

7.3.2 Анализ влияния процесса исследования на окружающую среду

Процесс исследования представляет из себя работу с информацией, такой как технологическая литература, статьи, ГОСТы и нормативно-техническая документация, а также разработка математической модели с помощью различных программных комплексов. Таким образом процесс исследования не имеет влияния негативных факторов на окружающую среду.

7.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

7.4.1 Анализ вероятных ЧС, которые может инициировать объект исследований и обоснование мероприятий по предотвращению ЧС

Согласно ГОСТ Р 22.0.02-16 ЧС - это Обстановка на определенной территории, сложившаяся в результате аварии, опасного природного явления, катастрофы, стихийного или иного бедствия, которые могут повлечь или повлекли за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей или окружающей среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей.

С точки зрения выполнения проекта характерны следующие виды ЧС:

1. Пожары, взрывы;
2. Внезапное обрушение зданий, сооружений;
3. Геофизические опасные явления (землетрясения);
4. Метеорологические и агрометеорологические опасные явления;

Так как объект исследований представляет из себя математическую модель, работающий в программном приложении, то наиболее вероятной ЧС в данном случае можно назвать пожар в аудитории с серверным оборудованием. В серверной комнате применяется дорогостоящее оборудование, не горючие и не выделяющие дым кабели. Таким образом возникновение пожаров происходит из-за человеческого фактора, в частности, это несоблюдение правил пожарной безопасности. К примеру, замыкание электропроводки - в большинстве случаев тоже человеческий

фактор. Соблюдение современных норм пожарной безопасности позволяет исключить возникновение пожара в серверной комнате.

- Согласно СП 5.13130.2009 предел огнестойкости серверной должен быть следующим: перегородки - не менее EI 45, стены и перекрытия - не менее REI 45. Т.е. в условиях пожара помещение должно оставаться герметичным в течение 45 минут, препятствуя дальнейшему распространению огня.
- Помещение серверной должно быть отдельным помещением, функционально не совмещенным с другими помещениями. К примеру, не допускается в помещении серверной организовывать мини-склад оборудования или канцелярских товаров.
- При разработке проекта серверной необходимо учесть, что автоматическая установка пожаротушения (АУПТ) должна быть обеспечена электропитанием по первой категории (п. 15.1 СП 5.13130.2009).
- Согласно СП 5.13130.2009 в системах воздуховодов общеобменной вентиляции, воздушного отопления и кондиционирования воздуха защищаемых помещений следует предусматривать автоматически закрывающиеся при обнаружении пожара воздушные затворы (заслонки или противопожарные клапаны).

7.4.2 Анализ вероятных ЧС, которые могут возникнуть при проведении исследований и обоснование мероприятий по предотвращению ЧС

При проведении исследований наиболее вероятной ЧС является возникновение пожара в помещении 107а, 4 корпуса ТПУ. Пожарная безопасность должна обеспечиваться системами предотвращения пожара и

противопожарной защиты, в том числе организационно-техническими мероприятиями.

Основные источники возникновения пожара:

- 1) Неработоспособное электрооборудование, неисправности в проводке, розетках и выключателях. Для исключения возникновения пожара по этим причинам необходимо вовремя выявлять и устранять неполадки, а также проводить плановый осмотр электрооборудования.
- 2) Электрические приборы с дефектами. Профилактика пожара включает в себя своевременный и качественный ремонт электроприборов.
- 3) Перегрузка в электроэнергетической системе (ЭЭС) и короткое замыкание в электроустановке.

Под пожарной профилактикой понимается обучение пожарной технике безопасности и комплекс мероприятий, направленных на предупреждение пожаров.

Пожарная безопасность обеспечивается комплексом мероприятий:

- обучение, в т.ч. распространение знаний о пожаробезопасном поведении (о необходимости установки домашних индикаторов задымленности и хранения зажигалок и спичек в местах, недоступных детям);
- пожарный надзор, предусматривающий разработку государственных норм пожарной безопасности и строительных норм, а также проверку их выполнения;
- обеспечение оборудованием и технические разработки (установка переносных огнетушителей и изготовление зажигалок безопасного пользования).

В соответствии с ТР «О требованиях пожарной безопасности» для административного жилого здания требуется устройство внутреннего противопожарного водопровода.

Согласно ФЗ-123, НПБ 104-03 «Проектирование систем оповещения людей о пожаре в зданиях и сооружениях» для оповещения о возникновении пожара в каждом помещении должны быть установлены дымовые оптико-электронные автономные пожарные извещатели, а оповещение о пожаре должно осуществляться подачей звуковых и световых сигналов во все помещения с постоянным или временным пребыванием людей.

Аудитория 35, 4 корпуса ТПУ оснащена первичными средствами пожаротушения: огнетушителями ОУ-3 1шт., ОП-3, 1шт. (предназначены для тушения любых материалов, предметов и веществ, применяется для тушения ПК и оргтехники, класс пожаров А, Е.).

Таблица 28 – Типы используемых огнетушителей при пожаре в электроустановках

Напряжение, кВ	Тип огнетушителя (марка)
До 1,0	порошковый (серии ОП)
До 10,0	углекислотный (серии ОУ)

Согласно НПБ 105-03 помещение, предназначенное для проектирования и использования результатов проекта, относится к типу П-2а.

Таблица 29 – Категории помещений по пожарной опасности

Категория помещения	Характеристика веществ и материалов, находящихся (обращающихся) в помещении
П-2а	Зоны, расположенные в помещениях, в которых обращаются твердые горючие вещества в количестве, при котором удельная пожарная нагрузка составляет не менее 1 мегаджоуля на квадратный метр.

В корпусе 4 ТПУ имеется пожарная автоматика, сигнализация. В случае возникновения загорания необходимо обесточить электрооборудование, отключить систему вентиляции, принять меры

тушения (на начальной стадии) и обеспечить срочную эвакуацию студентов и сотрудников в соответствие с планом эвакуации.

Заключение

В процессе выполнения работы был разработан шлем виртуальной реальности, на базе платы Arduino nano.

Были изучены аналоги шлема разных классов и комплектаций, на основании чего выявлены базовые комплектующие, которые необходимы для работы шлема. Базовые комплектующие были подобраны и составлена схема соединения.

Был разработан корпус шлема, который имеет ряд преимуществ перед существующими аналогами: есть возможность простого разбора конструкции для заряда аккумулятора или для ремонта в случае поломки.

Единственная не выполненная задача в работе – это проектирование 3D пространства, так как не было доступа к экрану, в связи с дистанционным обучением.

В будущем планируется расширение возможностей шлема и доработка невыполненной задачи.

Список использованных источников

1. Обзор ACV HYPE SVR-FHD [электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://megaobzor.com/review-ACV-HYPE-SVR-FHD.html> - свободный (дата обращения: 21.04.2020).
2. HTC Vive Black (99HALN007-00) [электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.3ona51.com/ru/glasses-virtual-reality/htc-vive-black-99haln007-00/index.html> - свободный (дата обращения: 22.04.2020).
3. Технические характеристики [электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.playstation.com/ru-ru/explore/playstation-vr/tech-specs/> - свободный (дата обращения: 22.04.2020).
4. Наголовный дисплей [электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Наголовный_дисплей - свободный (дата обращения: 30.05.2019).
5. ДОПОЛНЕННОЕ ВСЁ [электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.dinamika-avia.ru/mcenter/forum/detail.php?id=2949> - свободный (дата обращения: 01.06.2019).
6. 9 сфер применения виртуальной реальности: размеры рынка и перспективы [электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://vc.ru/flood/13837-vr-use> - свободный (дата обращения: 21.04.2020).
7. Arduino Nano [электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://arduino.ru/Hardware/ArduinoBoardNano> - свободный (дата обращения: 10.12.2019).
8. Arduino Nano [электронный ресурс]. – <https://3d-diy.ru/wiki/arduino-platy/arduino-nano/> - свободный (дата обращения: 10.12.2019).
9. Nextion NX8048T070 - Generic 7.0 "HMI TFT LCD Сенсорный Дисплей [электронный ресурс]. – Режим доступа:

- <https://www.itead.cc/ru/nextion-nx8048t070.html> - свободный (дата обращения: 10.12.2019).
10. NX8048T070 Datasheets [электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://nextion.tech/datasheets/nx8048t070/> - свободный (дата обращения: 02.03.2020).
 11. Модуль 3-х осевого гироскопа и акселерометра GY-521 MPU-6050 [электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://arduino-kit.ru/product/modul-3-h-osevogo-giroskopa-i-akselerometra-gy-521-mpu-6050> - свободный (дата обращения: 02.03.2020).
 12. Дизайн очковых линз: различия между сферическими или асферическими линзами [электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://skladlinz.ru/article/586/302161/> - свободный (дата обращения: 10.12.2019).
 13. АКБ Li-ion 11,1 Вольт 3S2P (8,1-12,6В) 4200мА*ч - 13А*ч [электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://virtustec.ru/li-ion-akkumulyatornye-batarei/batarei-li-ion-do-12-volt-akkumulyatornye/akb-li-ion-11-1-volt-3s2p-8-1-12-6v-4200mach---13ach.html> - свободный (дата обращения: 25.03.2020).
 14. 13 схем индикаторов разряда Li-ion аккумуляторов: от простых к сложным [электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://electro-shema.ru/chertezhi/indikator-razryada-li-ion.html> - свободный (дата обращения: 04.04.2020).
 15. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение: учебно-методическое пособие / И.Г. Видяев, Г.Н. Серикова, Н.А. Гаврикова, Н.В. Шаповалова, Л.Р. Тухватулина, З.В. Криницына; ТПУ. – Томск: Изд. ТПУ, 2014. – 36с.
 16. ГОСТ 12.0.003-2015 Опасные и вредные производственные факторы. Классификация, 2015

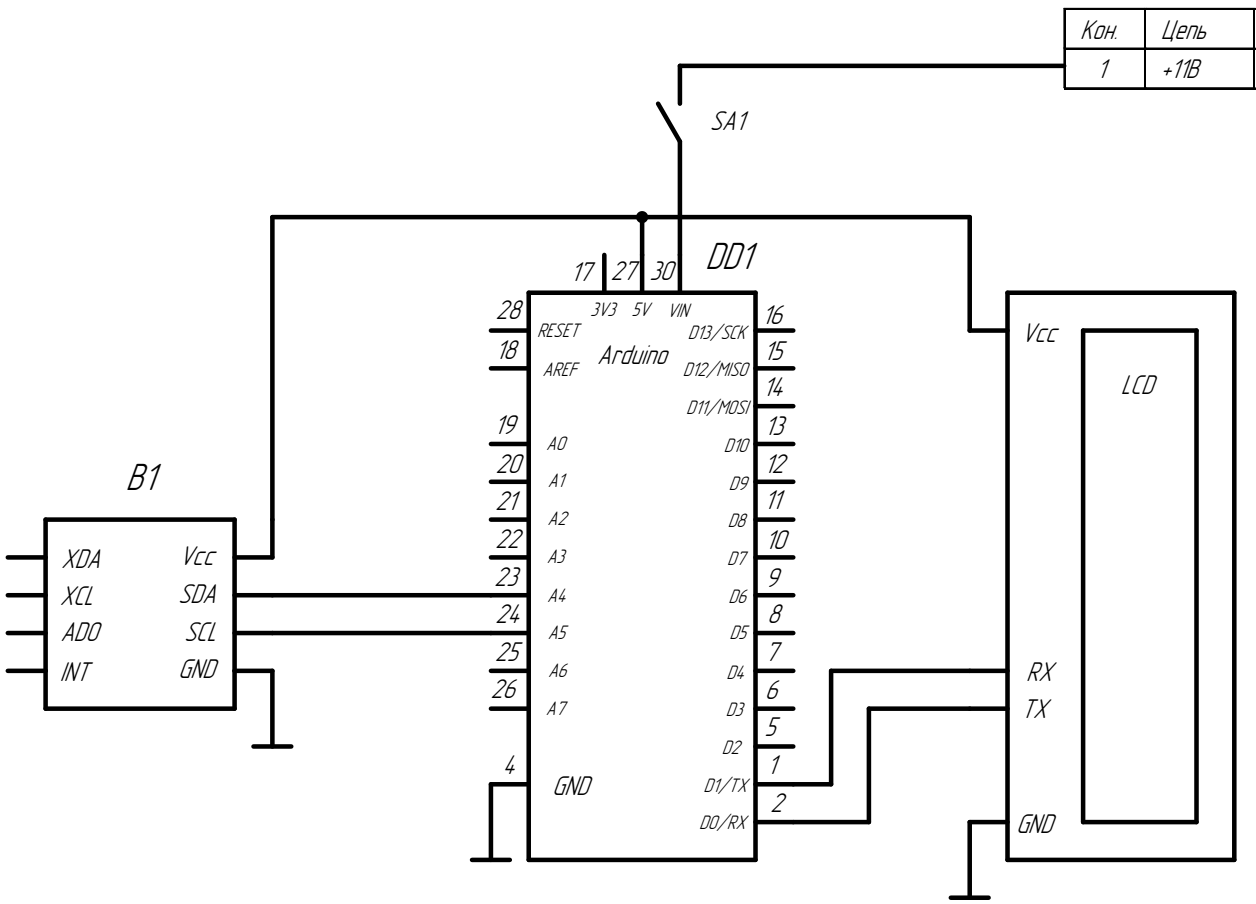
17. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы, 2003
18. СанПиН 2.2.4.1191-03 Электромагнитные поля в производственных условиях, 2003
19. ПРАВИЛА УСТРОЙСТВА ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК. Седьмое издание, 2002
20. СП 52.13330.2011 Естественное и искусственное освещение, 2011
21. Специальная оценка условий труда в ТПУ. 2018
22. СН 2.2.4/2.1.8.562–96, Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки, 1996
23. СанПиН 2.2.4.548–96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений, 1996
24. ГОСТ 30494-2011, Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях, 2011

Приложение А ФЮРА.202269.001 СБ

Схема подключения компонентов

(обязательное)

Поз. обозначение	Наименование	Кол-во	Примечание
LCD	NEXTION NX8048T070	1	
DD1	Arduino Nano	1	
B1	GY-521	1	
SA1	Кнопка	1	



					ФЮРА.202269.001 СБ			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Схема подключения компонентов	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.	Рудейкина А.М.							1:1
Пров.	Баранов П.Ф.							
Т.контр.						Лист	Листов	1
Н. контр.					НИ ТПУ ИШНКБ Группа 1А6Б			
Утв.								

Приложение Б ФЮРА.202269.001 СП

Схема подключения компонентов

(обязательное)

[illegible]

Приложение В ФЮРА.407762.001 ЭЗ

Схема индикатора разряда батареи

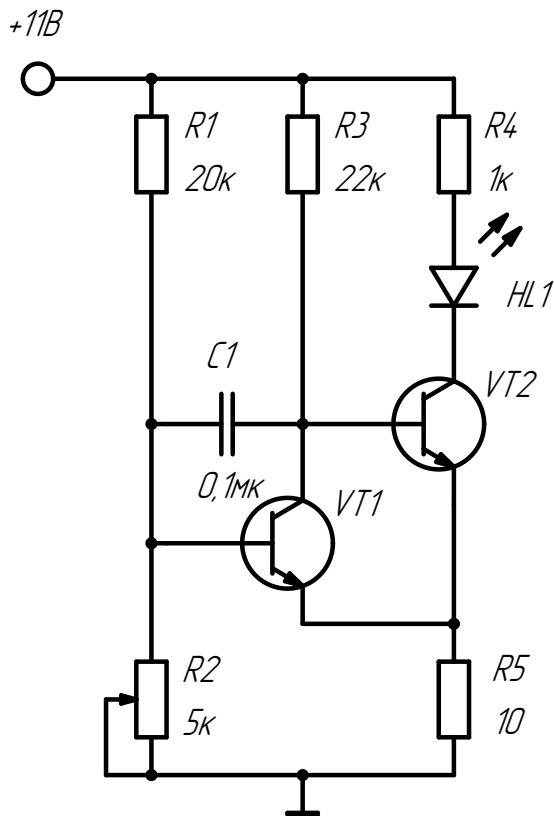
(обязательное)

Справ. №	Перв. примен.

Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Инв. № подл.	Подп. и дата	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ФЮРА.407762.001 ЭЗ



Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Рудейкина А.М.		
Пров.		Баранов П.Ф.		
Т.контр.				
Н. контр.				
Утв.				

ФЮРА.407762.001 ЭЗ					
Схема индикатора разряда батареи			Лит.	Масса	Масштаб
					1:1
			Лист	Листов	1
			НИ ТПУ ИШНКБ Группа 1А6Б		

Приложение Г ФЮРА.407762.001
Плата индикатора разряда батареи
(обязательное)

Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

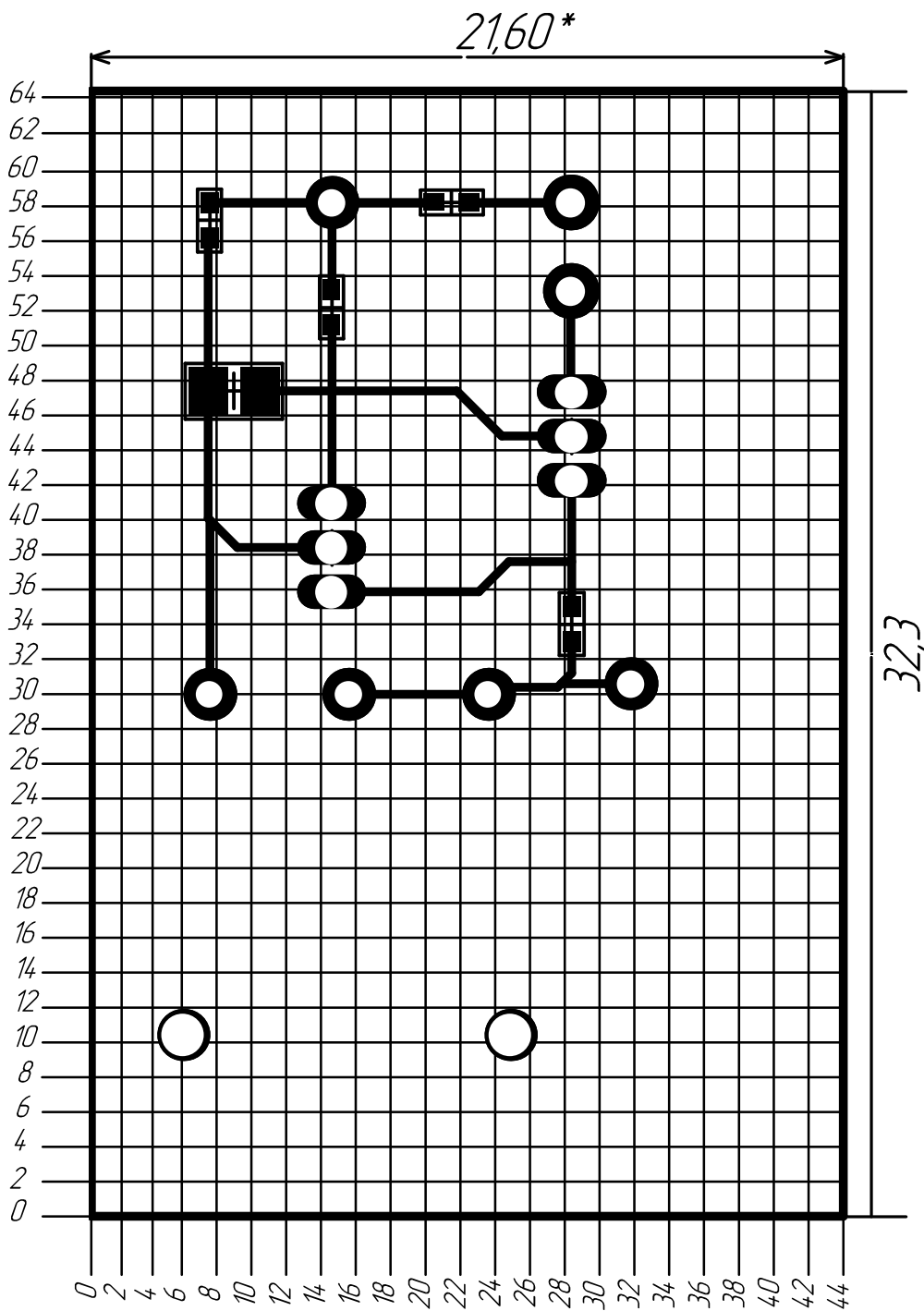
Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

ФЮРА.407762.001



1. Линии сетки нанесены через 3
2. *Размеры для справок

ФЮРА.407762.001

Плата индикатора
разряда батареи

Литера	Масса	Масштаб
Лист		Листов 1
НИ ТПУ		ИШНKB
Группа		1A6B

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Рудейкина А.М.		
Пров.		Баранов П.Ф.		
Т. контр.				
Н. контр.				
Утв.				

Приложение Д ФЮРА.407762.001 СП

Схема индикатора разряда батареи

(обязательное)

	Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
					<u>Документация</u>		
A4				ФЮРА.407762.001	Схема индикатора разряда батареи	1	
					Схема электрическая принципиальная		
					<u>Детали</u>		
A4	1			ФЮРА.407762.001	Плата печатная	1	
					<u>Прочие изделия</u>		
					Конденсатор		
		2			GRM219F51H104Z 0.1 мкФ Y5V 50В 0805	1	C1
					Переменный резистор		
		3			R1001N12B1, 5 кОм	1	R2
					Резисторы		
		4			0402, 20 кОм, 0.062Вт	1	R1
		5			0402, 22 кОм, 0.062Вт	1	R3
		6			0402, 1 кОм, 0.062Вт	1	R4
		7			0402, 10 Ом, 0.062Вт	1	R5
					ФЮРА.407762.001 СП		
	Изм.	Лист.		№ докум.	Подп.	Дата.	
Инв. № подл.	Разраб.			Рудейкина А.М.			Индикатор разряда батареи
	Проф.			Баранов П.Ф.			
	Н.контр.						ТПУ ИШНКБ Группа 1А6Б
	Утв.						

[illegible][illegible]